

Contrôles des programmes

UNIVERSELS

d'iodation du sel



WORLD HEALTH ORGANIZATION



Contrôles des programmes

UNIVERSELS

d'iodation du sel

Responsables de l'édition

KEVIN M. SULLIVAN

Le PAMM (Programme contre la malnutrition en micronutriments) et la
Rollins School of Public Health de l'Université Emory



ROBIN HOUSTON

Le PAMM (Programme contre la malnutrition en micronutriments) et les
Centers for Disease Control and Prevention



JONATHAN GORSTEIN

Community Systems Foundation



JENNY CERVINSKAS

Initiatives pour les micronutriments

Traduction de **ANDRÉ KHORDOC**

Ce document a été produit avec le soutien des organismes suivants:



Fonds des Nations unies pour l'enfance (UNICEF)



Le Programme de lutte contre la malnutrition en micronutriments (PAMM)



L'Initiative pour les micronutriments (IM)



Le Conseil international pour la lutte contre les troubles de la carence en iode (ICCIDD)



Organisation mondiale de la santé (OMS).

Janvier 1995

Ce document peut être reproduit sans permission préalable à condition d'en attribuer le crédit aux organismes de parrainage : le Fonds des Nations unies pour l'enfance (UNICEF), le Programme de lutte contre la malnutrition en micronutriments (PAMM), l'initiative pour les micronutriments (IM), le Conseil international pour la lutte contre les troubles de la carence en iode (ICCIDD) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

ISBN 0-660-16000-5

Publié par PAMM/IM/ICCIDD

On adressera les demandes d'exemplaires du présent manuel et autres demandes de renseignements ou commentaires à:

PAMM/Department of International Health
Rollins School of Public Health of Emory University
1518 Clifton Road, NE, 7th Floor
Atlanta, Georgia 30322 USA
Téléphone : 404 – 727 – 5724
Télécopieur : 404 – 727 – 4590
Courrier électronique : pammusa@sph.emory.edu

L'Initiative pour les micronutriments
B.P. 8500
250, rue Albert
Ottawa, Canada K1G 3H9
Téléphone : 613 – 236 – 6163
Télécopieur : 613 – 567 – 4349
Courrier électronique : tguay@idrc.ca

Nous accueillerons avec gratitude les suggestions des lecteurs et toute information concernant des exemples de programmes de contrôles sur l'iodation du sel, et tous problèmes rencontrés durant le processus de surveillance.

Le PAMM est le produit de la collaboration de la Rolling School of Public Health de l'Université Emory, des Centers for Disease Control and Prevention, et de la Carter Center Task Force for Child Survival and Development. Le PAMM bénéficie du soutien de la United States Agency for International Development (USAID), de l'UNICEF, de l'IM, et de la Banque mondiale. Le PAMM appuie l'objectif d'élimination universelle de la malnutrition en micronutriments et collabore à cette fin avec : le Centre agricole international et l'Université agricole de Wageningen (Pays-Bas); les pays qui ont participé au stage de formation ou aux ateliers du PAMM (36 pays en date de 1994); et les organisations multilatérales, bilatérales et non gouvernementales.

L'IM a été créée en 1992 à titre de secrétariat international au sein du Centre de recherches pour le développement international (CRDI), Canada, par ses principaux commanditaires : l'Agence canadienne de développement international (ACDI), le CRDI, l'UNICEF, le PNUD et la Banque mondiale. La mission de l'IM est de faciliter la réalisation des objectifs du Sommet mondial pour les enfants qui concernent l'allègement ou l'élimination des déficiences en micronutriments. L'oeuvre de l'IM se concentre sur des activités de promotion (comme porte-parole) et de formation d'alliances, la conception d'interventions durables, le soutien à des actions programmatiques efficaces, la formation des compétences et la résolution des problèmes opérationnels majeurs.

Créé en 1985, l'ICCIDD s'est donné pour mission l'élimination rapide et durable de la déficience en iode dans le monde. Ses membres, soit plus de 350 personnes réparties dans quelque 70 pays, comprennent des scientifiques, médecins, spécialistes de santé publique, producteurs de sel, économistes, communicateurs, gestionnaires, représentants de l'UNICEF, de l'OMS, des Kiwanis International, et bien d'autres encore. Ses principaux soutiens financiers lui parviennent de l'ACDI, de l'Australian International Development Bureau (AIDAB), de l'UNICEF, de la Banque mondiale, et de la USAID. Les activités de l'ICCIDD au niveau des pays, des régions et du monde portent principalement sur la promotion de ses objectifs comme porte-parole, la coordination, l'échange d'informations, la recherche appliquée et les contrôles.

AVANT-PROPOS

Une percée majeure est à la veille de se produire en ce qui a trait à l'élimination de la carence en iode dans le monde. Les efforts déployés cette dernière décennie pour créer une sensibilisation planétaire à la gravité du problème, à ses ramifications, et aux moyens somme toute peu onéreux pour l'éliminer – par l'iodation du sel – ont débouché sur un projet concerté dans plus d'une centaine de pays pour réglementer et introduire l'iodation universelle de tout sel destiné à la consommation humaine et animale. Une fois qu'un programme efficace d'iodation du sel est adopté durablement dans un pays, la carence en iode est éliminée du fait que l'on veille par ce moyen à satisfaire les besoins quotidiens en iode de chaque individu.

L'objectif retenu par le Sommet mondial pour les enfants de 1990, et réitéré formellement à la Conférence internationale sur la nutrition de 1992, vise rien de moins que l'élimination complète de la carence en iode d'ici à l'an 2000. Un jalon essentiel consiste à assurer l'iodation universelle de tout le sel destiné à la consommation humaine et animale dans les pays à risque d'ici la fin de 1995. Sur le plan opérationnel, cela nécessite la création d'un mécanisme pour approvisionner l'ensemble des citoyens en iode, dans les quantités requises, et de manière continue, durable et autonome. Les gouvernements nationaux ont reconnu qu'il s'agissait là d'un objectif réaliste qui profiterait énormément aux populations. Le défi consiste à intégrer le savoir disponible à des programmes utiles qui dépendraient le moins possible de soutiens externes. Le lancement d'un système durable d'approvisionnement en iode suppose une étude systématique de l'industrie du sel sous toutes ses coutures – production, mode de distribution, qualité, conditionnement, facteurs économiques, et préférences des consommateurs. L'information ainsi recueillie doit servir à planifier et à entreprendre des efforts multisectoriels qui conjugueront les aspects techniques de l'iodation du sel avec une série de mesures de soutien : promotion du produit, création de la demande, réglementation, contrôles, administration et coordination, contrôle de la qualité, et surveillance. L'objectif est d'intégrer totalement l'iodation dans le système de production et de distribution du sel qui a cours dans un pays de façon à complètement en amortir les coûts dans le cadre d'une telle infrastructure.

Des contrôles continus de la teneur en iode du sel sont l'un des moyens les meilleurs et les plus simples d'exercer une surveillance sur un programme d'iodation et d'en assurer la permanence. Les programmes qui marchent sont ceux qui comportent

des analyses de la teneur en iode dans les usines et, périodiquement, aux points intermédiaires du réseau de distribution, chez les détaillants, et dans les ménages.

La préparation de ce manuel répond à un besoin pressant dans le domaine en termes d'une procédure systématique en vue d'établir un système de surveillance permanente du sel iodé dans un pays donné et de surveiller les progrès à mi-chemin de la décennie que l'on s'est donnée pour en arriver à l'iodation universelle. Cet ouvrage est destiné aux gestionnaires des programmes dans les différents pays, en quête de lignes directrices et de matériel de référence en vue de définir et d'introduire des programmes d'observation des troubles de la carence en iode (TCI). Le système le plus réalisable sera nécessairement déterminé par une combinaison de facteurs locaux, dont l'industrie et l'infrastructure de santé publique. Il reviendra donc à chaque gestionnaire de programme de retenir les éléments les plus pertinents en fonction de la situation locale. Le but est d'intégrer et d'institutionnaliser de façon permanente la surveillance du sel et l'assurance de la qualité dans l'activité quotidienne des producteurs, avec contrôles périodiques de l'État pour garantir l'iodation adéquate de tout le sel destiné à la consommation humaine et animale.

Venkatesh Mannar
Initiative pour les
Micronutrient

Glen Maberly
The Program Against
micronutriments
Malnutrition

PRÉFACE

L'élimination virtuelle des troubles de la carence en iode (TCI) dans le monde représentera une réalisation gigantesque de l'humanité. Pour la plupart des populations, cela passe par l'iodation de tout le sel destiné à la consommation humaine et animale. Nous avons jugé utile de préparer ce manuel du fait qu'il n'existe pas une seule ressource qui offre des lignes directrices précises sur la manière d'assurer le succès d'un programme national d'iodation. Il a été décidé de mettre l'accent sur la surveillance des programmes d'iodation du sel et il faut espérer que l'information contenue dans ce manuel sera utile à tous ceux qui participent à la création ou à l'amélioration de systèmes de contrôles.

Ce manuel a été préparé grâce à une subvention au PAMM (Programme contre la malnutrition en micronutriments) accordée par l'Initiative pour les micronutriments (MI). Certaines des matières du contenu s'inspirent de stages de formation offerts au PAMM, à Atlanta (É.-U.). Nombre des idées et des exemples se fondent sur des expériences nationales et sur des consultations auprès d'individus dans un certain nombre de pays dans le monde entier. Du fait des différences de culture, d'économie, d'infrastructure, de géologie, et de bien d'autres facteurs, le plan de chaque pays pour l'élimination des TCI sera unique et nécessitera la sélection d'activités appropriées. Nous encourageons les particuliers à fournir aux éditeurs des études de cas illustrant ce qui a fonctionné et ce qui n'a pas fonctionné dans leurs programmes nationaux, et de leur faire savoir dans quelle mesure l'information fournie dans ce manuel s'est avérée pratique. Toutes les études de cas et les suggestions d'amélioration des futures versions du manuel seront prises en considération.

Dans une deuxième édition de cet ouvrage, nous prévoyons d'inclure de l'information sur la manière d'évaluer l'ampleur du phénomène des TCI et sa distribution au sein de la population. C'est sciemment que nous avons omis de présenter de telles données dans cette première version afin de maintenir notre insistance absolue sur l'iodation du sel et sur les contrôles. Toutefois, à l'approche de l'an 2000, l'information sur la prévalence des TCI deviendra de plus en plus considérable. Nous espérons également présenter davantage d'exemples issus de pays en développement quant aux approches et aux outils que l'on utilise pour surveiller les programmes d'iodation du sel et d'aborder plus en profondeur les besoins particuliers et les contraintes des petits producteurs de sel et des autres intéressés dans des contextes où les ressources font défaut. La promotion du produit est un autre élément critique de toute stratégie d'intervention dont on discutera dans la prochaine édition. Suggestions et commentaires sur la façon d'améliorer ce document seraient extrêmement appréciés, tout comme toute réaction sur la manière dont le manuel aura été utilisé.

Les personnes qui ont contribué à cet ouvrage viennent d'horizons très divers – laboratoires scientifiques, ingénierie, médecine, santé publique, droit, nutrition, management, et épidémiologie. Cette variété de disciplines illustre la diversité requise dans des programmes nationaux pour s'attaquer aux TCI.

Nous sommes reconnaissants à un certain nombre de personnes qui ont généreusement consacré le temps voulu à revoir un ou plusieurs chapitres du document et qui nous ont offert des commentaires très valables. Des remerciements particuliers s'adressent à : Teresa Banda, ministère de la Santé, Mozambique; Joanne Csete, UNICEF, É.-U.; John Dunn, Université de Virginie, et secrétaire de l'ICCIDD, É.-U.; Edmundo Estevez, faculté des sciences médicales, Université centrale de l'Équateur; Claudia Fishman, PAMM, É.-U.; Marco Fornasini, Université San Francisco de Quito, Équateur; Peter Greaves, premier conseiller, ICCIDD, Grande-Bretagne; Michael Gurney, consultant en nutrition, Indonésie; David Haxton, premier conseiller, ICCIDD, É.-U.; Festo Kaviche, conseiller en nutrition, UNICEF, bureau pour l'Afrique orientale et australe, Kenya; Daniel Lantum, faculté de médecine et de sciences biomédicales, Université de Yaoundé, et ICCIDD, Cameroun; Dini Latief, chef du Programme des micronutriments, ministère de la Santé, Indonésie; Richard Merx, Centre Agricole International (IAC), Pays Bas; Judith Mutamba, ministère de la Santé, Zimbabwe; Sangsom Sinawat, ministère de la Santé, Thaïlande; Werner Schultink, Organisation des ministres de l'Éducation de l'Asie du Sud-Est (SEAMEO), l'Organisme allemand de coopération pour la collaboration technique (GTZ), Indonésie; George Stroh, International Health Program Office, Centers for Disease Control and Prevention, É.-U.; Barbara Underwood, Unité de nutrition, OMS, Suisse; Frits van der Haar, PAMM, É.-U.; Koen Vanormelingen, OMS, Équateur; M. Margaret Weigel, ministère de la Santé publique et faculté des sciences médicales, Équateur; Gao Yangjing, ministère de la Santé, Chine.

Le généreux soutien du gouvernement des Pays-Bas via le Centre Agricole International (IAC) pour l'impression et la distribution de ce manuel est apprécié.

Des remerciements particuliers s'adressent à Sharon Cramer Bell pour son assistance éditoriale, et à Brian Donnelly à la disposition typographique.

Atlanta, Ann Arbor et Ottawa
25 janvier 1995

K.M.S
R.H.
J.G.
J.C.

TABLE

Contributions intellectuelles **vi**

1. Contrôles des programmes universels
d'iodation du sel – Un aperçu **1**
2. Analyse de la situation du sel **13**
3. Questions de législation et de
réglementation **19**
4. Contrôles sur le sel importé **25**
5. Assurance de la qualité interne
et externe **29**
6. Contrôles des commerces de gros et de
détail **43**
7. Contrôles du sel au niveau
des ménages **49**
8. Enquêtes typologiques **58**
9. Contrôle par échantillonnage de la qualité
des lots (CEQL) **75**
10. Trousses d'analyse sommaire du sel **80**
11. Méthodes de titrage pour analyser la
teneur en iode dans le sel **86**

CONTRIBUTIONS INTELLECTUELLES

David Alnwick, MSc

Premier conseiller, Micronutriments
UNICEF (New York)

Sarah H. Anderson, BS

Technicienne en laboratoire
PAMM (Atlanta)

Kenneth V. Bailey, MD

Consultant, Unité de nutrition
OMS (Genève)

Jonathan Gorstein, PhD

Épidémiologiste nutritionnel
Community Systems Foundation (Ann Arbor)

Robin Houston, MD, MPH

Épidémiologiste médical
Centers for Disease Control and Prevention
et PAMM (Atlanta)

Glen Maberly, MD, BS, FRACP

Directeur
Département de santé internationale, Rollins School of
Public Health, Université Emory, et PAMM (Atlanta)

Venkatesh Mannar, MS

Directeur exécutif
Initiative pour les micronutriments (Ottawa)

Sandra May, BSc

Chercheuse en laboratoire
PAMM (Atlanta)

Warwick May, BSc, DipEd

Chef de laboratoire
PAMM (Atlanta)

Rose Nathan, JD, MPH

Avocate
PAMM (Atlanta)

Chandrakant S. Pandav, MD, MSc

Coordonnateur régional
ICCIDD, Asie du Sud-Est
a/s Center for Community Medicine
All India Institute of Medical Sciences, New Delhi

Kevin M. Sullivan, PhD, MPH, MHA

Professeur adjoint
Rollins School of Public Health, Université Emory,
et PAMM (Atlanta)

Pan Varghese

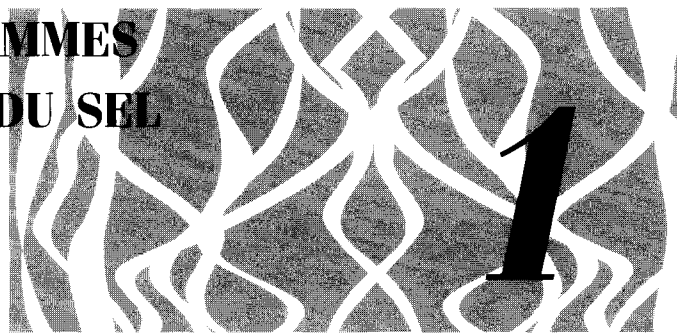
Consultant, anciennement auprès de Cargill Salt
(Newark, Californie)

Humberto Zardo, MS

Directeur technique
Program for Appropriate Technology in Health
(Seattle)

** PAMM = Programme de lutte contre la malnutrition
en micronutriments*

CONTRÔLES DES PROGRAMMES UNIVERSELS D'IODATION DU SEL – UN APERÇU



INTRODUCTION

LES CONTRÔLES EN CONTEXTE

L'iode, la vitamine A et le fer sont trois des micronutriments essentiels à la santé publique, et dont un apport quotidien inadéquat a toujours des effets délétères sur les populations. Il en découle que la prévention de ces carences est d'une importance capitale pour le développement mondial. Par conséquent, si l'on réussissait à atteindre un tel objectif, cela représenterait sans conteste le succès le plus éclatant de la décennie en matière de santé publique dans le monde, dépassant même en importance l'éradication planétaire de la variole dans les années 1970.¹

De ces trois carences, la lutte contre la déficience en iode offre sans doute l'objectif le plus immédiatement à portée de la main. Ce n'est que durant cette dernière décennie que l'on a reconnu que la déficience en iode était la cause primordiale de l'affaiblissement des capacités intellectuelles. Les investissements dans le développement économique et en éducation ne produiront jamais les résultats escomptés si l'on ne s'attaque pas aussi à ce problème.

L'iodation du sel, dénuée communément consommée par la très grande majorité de la population, est une forme d'intervention qui a fait ses preuves. Tout programme national d'élimination des troubles de la carence en iode (TCI) doit veiller à ce que tout le sel destiné à la consommation humaine et animale, aussi bien importé que localement produit, soit adéquatement iodé.

Toutefois, l'iodation du sel n'est pas une simple question de passer des lois ou de convaincre certains producteurs d'ioder leur sel. L'iode est volatile sous toutes ses formes, l'iodure de potassium (KI) étant la forme la plus volatile, et l'iodate de potassium (KIO₃) étant la moindre. Un mauvais contrôle de la qualité en cours de production, et des pertes après production, peuvent faire en sorte que le sel qui atteindra le consommateur ne sera pas adéquatement iodé. Il est également important de créer une forte demande et une préférence pour le sel iodé dans les ménages. Il y a eu un certain nombre de cas où l'iodation du sel une fois lancée n'a pas été maintenue, ce qui a occasionné un retour à des niveaux antérieurs d'endémicité des TCI.

Les éléments majeurs d'un programme national pour éliminer les TCI sont notamment : 1) promotion, éducation et marketing; 2) conception et mise en œuvre des interventions; et 3) un système global d'assurance de la qualité. Un processus durable de contrôles doit être sous-jacent à ces trois éléments.

Le présent manuel des contrôles de l'iodation du sel offre aux gestionnaires des programmes nationaux d'élimination des TCI, ainsi qu'à tous les autres intéressés, des lignes directrices sur la manière de structurer un système de contrôles du sel, et il prête une attention particulière aux éléments suivants :

- les indicateurs clés du processus – de l'importation/production jusqu'à la consommation des ménages;
- les critères pour juger si les activités d'un programme portent fruit et en identifier les contraintes;
- les procédures de collecte et d'analyse des données et leur utilisation pour améliorer la performance du programme.

PROMOTION, ÉDUCATION ET MARKETING

Un programme national d'élimination des TCI doit opérer dans un climat politique favorable et être accompagné d'efforts de promotion qui créeront une sensibilisation au fait que toutes les populations, urbaines et rurales, riches et pauvres, sont susceptibles d'être affectées par les TCI. La classe politique et les décideurs doivent comprendre l'impact de la déficience sur la prochaine génération et les conséquences sur le développement national d'une situation où du sel iodé ne serait pas universellement disponible et exclusivement utilisé. Il ne faut surtout pas s'imaginer que le goitre est la seule manifestation de la déficience en iode, et il importe aussi d'être conscient de son impact sur le développement du cerveau. Les répercussions économiques potentielles d'un programme d'iodation du sel dans le cas du bétail doivent également être soulignées, notamment la production accrue de viande, de lait et de laine, ainsi qu'une meilleure reproduction.

Des efforts d'éducation devraient mobiliser tous les secteurs au gouvernement et dans l'industrie. Il s'agit de s'assurer que tous demanderont et utiliseront du sel iodé et d'effectuer des tests qui garantiront une teneur adéquate en iode. Dans certaines situations, de telles analyses pourraient faire partie des activités scolaires, les résultats étant ensuite présentés aux autorités locales.

Les stratégies de marketing devront viser à créer une demande chez les consommateurs et même une volonté à assumer de légères différences de coûts. Les consommateurs pourraient appuyer le concept d'assurance de la qualité et être amenés à exiger une teneur adéquate en iode dans le sel.

CONCEPTION ET MISE EN PLACE DES INTERVENTIONS

Dans le cas de la plupart des populations, l'utilisation de sel iodé constituera l'intervention première pour l'élimination des TCI. Pour que l'iodation universelle (nationale) soit efficace, il faut que le sel qui parvient dans les ménages ait une teneur adéquate en iode et que toute la population en consomme. Dans le cas de certaines populations, d'autres stratégies pourraient être requises, notamment l'utilisation de capsules iodées ou la fortification d'autres denrées alimentaires. Le présent manuel porte plus particulièrement sur l'iodation du sel.

Pour élaborer avec succès un programme durable d'iodation du sel, un gouvernement doit créer un environnement qui facilite la transition vers une situation où seul du sel iodé sera produit ou importé pour la consommation humaine et animale. L'État doit oeuvrer en collaboration avec le secteur privé pour établir des relations de travail entre le monde des affaires (producteurs et importateurs), les organismes gouvernementaux, et les groupes non gouvernementaux, qui puissent s'étendre à d'autres efforts de fortification des aliments selon les besoins. Cet effort de collaboration doit s'attaquer à un certain nombre de questions, notamment :

- La formulation d'une législation prévoyant que seul du sel ayant une certaine teneur en iode (précisée par réglementation) pourra être importé ou produit, garantissant ainsi que seul ce type de sel sera sur le marché.
- Des mécanismes de réglementation à introduire progressivement pour s'assurer que la dose requise en iode (sous forme d'iodate/iodure) sera ajoutée, que des procédures d'étiquetage et de conditionnement seront correctement appliquées, qu'on aura recours à des méthodes d'entreposage spécifiées, et que les contrôles et autres activités de surveillance seront compris et acceptés de tous.
- Des encouragements à offrir aux importateurs et aux producteurs : fourniture, équipements, soutien technique, formation, parrainage du produit et marketing coopératif; ainsi que des incitatifs fiscaux, de capitalisation et d'autres encouragements financiers plus directs afin de faciliter l'adhésion aux règles.

Chaque pays trouvera sa propre solution en vue de l'élimination durable des TCI par l'iodation du sel, en fonction de sa géographie, de ses ressources économiques, de son contexte culturel et politique et de la structure de son marché. Les programmes nationaux d'iodation du sel dans différents pays se retrouveront sans doute à différentes étapes de mise en oeuvre, mais ils suivront généralement un modèle commun :

La phase d'évaluation :

- Faire une analyse de la situation.
- S'entendre sur la nature du problème :

développement du cerveau plutôt que goitre; sa distribution géographique (urbain et omniprésent plutôt que seulement rural); et son ampleur (perte de capacité cognitive dans tous les cerveaux en développement, et pas seulement cas extrêmes de crétinisme et de grave arriération mentale).

- Arriver à un intense niveau de parrainage multisectoriel en faveur du programme.
- Préparer ou actualiser législation et réglementation.
- Recueillir des informations clés pour une campagne de promotion et de marketing.
- Mobiliser producteurs de sel, importateurs et commerçants, et renforcer la coopération entre le public et le privé.

La phase d'attaque :

- Établir un mandat juridique et créer un environnement de réglementation pour garantir la mise en oeuvre.
- S'assurer de la capacité des producteurs et distributeurs à commencer à ioder le sel en totalité.
- Adopter un plan de marketing.
- Introduire progressivement des contrôles pour s'assurer qu'un sel adéquatement iodé est produit et qu'il parvient aux ménages.
- Avoir recours à des équipes d'intervention pour déceler les domaines qui font problème et trouver des solutions.

La phase de consolidation :

- Amender la réglementation afin d'introduire progressivement des normes de qualité pour le sel iodé.
- Se diriger vers des contrôles plus routiniers qui reposent davantage sur les calendriers des inspections régulières des agents de l'État afin de s'assurer que l'on adhère comme il faut aux exigences statutaires.
- Entreprendre une évaluation périodique au niveau communautaire pour s'assurer que l'élimination des TCI est maintenant un objectif atteint et qui peut être maintenu.
- S'assurer que les éléments du programme sont incorporés comme des activités normales, tant au niveau de l'État que du monde des affaires.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ D'UN BOUT À L'AUTRE DU PROGRAMME

La consommation soutenue d'un sel adéquatement iodé dans tous les segments de la population nécessite des efforts continus pour maintenir la qualité à toutes les étapes, de la production jusqu'aux ménages. Cette assurance totale de la qualité de tous les aspects du programme sera concrétisée différemment dans chaque pays, mais elle comportera un certain nombre d'éléments communs :

- Créer – de concert avec l'industrie – de «normes d'excellence» et de procédures d'assurance de la qualité à l'importation, production, distribution, et marketing du sel afin d'assurer le maintien d'une teneur appropriée en iode.

- Créer un système et une infrastructure d'inspection pour des agents de l'État, habilités à imposer l'adhésion aux normes et des actions correctives en cas d'infraction.
- Créer un système de contrôles capable de cerner les problèmes, d'offrir des solutions et d'imposer des mesures correctives. On peut également créer un groupe d'intervention rapide pour aider au niveau des contrôles.
- Définir une stratégie pour vérifier l'étendue et la nature du problème posé par les TCI et pour documenter l'impact du programme sur la population.

Ces mesures d'assurance de la qualité nécessiteront une coopération multisectorielle à tous les niveaux de l'infrastructure gouvernementale et au sein même de l'industrie du sel. Une fois que l'on a atteint une vision partagée de l'élimination de la déficience en iode, un certain nombre d'approches sont susceptibles de s'avérer communes à tous les programmes nationaux :

- Il doit y avoir un dialogue continu entre les parties, y compris les ministères et les administrations, le secteur privé, et les groupes de consommateurs.
- L'iodation doit être universelle (nationale) plutôt que ciblée.
- Des efforts de promotion doivent constamment viser à obtenir un intense niveau de parrainage et le soutien de la population.
- Les exigences réglementaires doivent être introduites progressivement et avec la coopération du secteur privé.
- Les stratégies de développement national et les plans d'action de certaines des grandes administrations doivent prévoir une main-d'œuvre et des ressources suffisantes pour atteindre les cibles énoncées.
- Des contrôles doivent être prévus à chaque étape du processus d'iodation du sel.

SYSTÈMES DE CONTRÔLES SUR LE SEL

Les contrôles livrent l'information nécessaire aux décisions sur certaines activités du programme, ex. rajustements de la teneur en iode et changements de méthodes d'entreposage. Bien que certains indicateurs cliniques et biologiques – classement des goitres, thyroestimuline ou TSH, et iode urinaire – puissent servir à mesurer l'impact des activités du programme, de bons contrôles sur le processus d'iodation du sel, suivis de décisions appropriées pour remédier aux problèmes, garantiront un impact positif.

Les contrôles s'exerceront à un certain nombre de niveaux et devront être intégrés à d'autres activités. Sans égard à l'étape où se trouve le programme ou aux facteurs politiques et culturels qui influent sur sa mise en oeuvre, les contrôles sur les activités sont critiques pour en assurer la qualité, la réussite et l'application soutenues. Certains pays sont dotés de systèmes de contrôles déjà bien établis pour d'autres programmes de santé publique, et les contrôles sur le sel pourront facilement y être incorporés. D'autres, bien que disposant de l'information essentielle sur la déficience en iode, n'ont que des possibilités limitées pour établir un programme continu de contrôles sur le sel. Au moment de créer un plan de contrôles, il pourrait être utile de considérer les différentes étapes de développement du programme et d'étaler l'introduction des contrôles selon un calendrier plus étendu.

Pour chaque étape de ce processus de surveillance, il faut comprendre clairement à quoi sert l'information recueillie et à qui incombe la responsabilité de la regrouper, de l'analyser et de produire des rapports. Les contrôles garantissent que l'on adhère à la réglementation et que des mesures correctives sont prises au besoin. Un système de surveillance n'est complet que lorsque le cycle intégral d'évaluation, d'analyse et d'intervention en fait partie. La Table 1-1 offre une structure générale pour un système de contrôles sur le sel qui donne un aperçu des responsabilités du secteur privé, du gouvernement, des collectivités et des ménages.

Dans la plupart des pays, c'est au secteur privé que revient la responsabilité d'offrir un produit de qualité ayant une teneur en iode conforme à la réglementation. Le rôle du gouvernement est de définir des lignes directrices et de créer un environnement réglementaire permettant au secteur privé de fonctionner.

Table 1-1

Structure générale pour un système de contrôles sur le sel

Niveau de décision	Type d'information requise	Responsables de l'information	Contrôles à effectuer
RESPONSABILITÉS DU SECTEUR PRIVÉ			
Usine	<ul style="list-style-type: none"> La teneur en iode dans le sel est-elle adéquate au stade de la production et du conditionnement? Les normes sont-elles respectées? L'étiquette reflète-t-elle la teneur en iode du sel dans les paquets? 	<ul style="list-style-type: none"> Propriétaires Directeur Contremaître Gérant 	<ul style="list-style-type: none"> Assurance de la qualité interne. Faciliter l'inspection externe par l'organisme de réglementation Inspection visuelle de l'équipement, traitement du sel et produit fini
Grossiste/ Négociant	<ul style="list-style-type: none"> Le sel iodé est-il obtenu par acquisition? La teneur en iode est-elle au niveau annoncé? 	<ul style="list-style-type: none"> Négociants Grossistes 	<ul style="list-style-type: none"> Inspection des sacs Analyse sommaire de la teneur en iode. Examen des méthodes d'entreposage et de transport.
Détaillant	<ul style="list-style-type: none"> Y a-t-il approvisionnement en sel iodé? La teneur en iode est-elle au niveau affiché? Le sel iodé est-il abordable? Est-il acheté par tous les segments de la population? Est-il entreposé convenablement? 	<ul style="list-style-type: none"> Marchands 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse sommaire de la teneur en iode dans le sel. Vérifications de visu de la qualité du sel (humidité, contamination).
RESPONSABILITÉS DE L'ÉTAT			
National	<ul style="list-style-type: none"> Le sel iodé est-il disponible dans toutes les régions du pays? La teneur en iode est-elle adéquate à l'importation et à la production? 	<ul style="list-style-type: none"> Comité national des TCI Ministère de la santé Commissaire au sel Gestionnaire du programme 	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle de la qualité externe du sel importé et local Inspection des registres d'assurance de la qualité interne Contrôler la proportion des ménages qui consomment du sel adéquatement iodé Les prix du sel iodé.
Province	<ul style="list-style-type: none"> Le sel iodé est-il à la portée de tous les consommateurs? La teneur en iode est-elle adéquate au niveau du grossiste, du détaillant et des ménages? 	<ul style="list-style-type: none"> Commissaire provincial de la santé Inspecteur des aliments 	<ul style="list-style-type: none"> Tester le sel au niveau du gros et du détail Aider à l'analyse sommaire du sel au niveau des ménages
District	<ul style="list-style-type: none"> Le sel iodé a-t-il la préférence des consommateurs? Est-il à la portée des ménages? Y a-t-il des villages particuliers ou des régions où l'on a un faible accès à un sel adéquatement iodé? 	<ul style="list-style-type: none"> Travailleurs de santé du district Inspecteur des aliments Travailleurs de santé périphériques Agents communautaires de la santé 	<ul style="list-style-type: none"> Contrôler la teneur en iode (trousse d'analyse sommaire) Prix du sel iodé : pas d'augmentations excessives
RESPONSABILITÉS DES COLLECTIVITÉS/MÉNAGES			
Collectivité / ménages / écoles	<ul style="list-style-type: none"> La teneur en iode est-elle adéquate dans le sel acheté et consommé? Le sel iodé est-il plus cher que l'autre? L'étiquetage du sel iodé est-il adéquat? 	<ul style="list-style-type: none"> Groupes communautaires Membres du ménage Professeurs 	<ul style="list-style-type: none"> Inspecter les étiquettes des paquets Analyse sommaire du sel (trousses).

Interventions requises

- Ajustements au processus d'iodation
 - Modification des procédures de conditionnement, d'étiquetage, d'entreposage ou d'achat
-
- S'assurer que les négociants ne transportent que du sel iodé et qu'ils n'acceptent pas du sel non iodé des usines.
 - Améliorer les méthodes d'entreposage chez les grossistes; exiger un roulement ordonné des stocks
-
- Exiger des grossistes qu'ils s'approvisionnent uniquement en sel iodé.
 - Veiller à ce que la structure des prix soit juste afin qu'il n'y ait qu'une différence minime entre sel iodé et non iodé.
 - Améliorer les méthodes d'entreposage chez les détaillants.
-
- Préparer une législation et des procédures exécutoires
 - Exiger que tout le sel importé et local réponde aux normes du gouvernement
 - Offrir un support technique à la production et aux contrôles du sel iodé.
 - Promouvoir la communication pour mieux sensibiliser producteurs, négociants, détaillants et consommateurs, notamment quant à l'usage exclusif du sel iodé et aux façons de minimiser les pertes
 - Emballage approprié : indication du poids, mg/kg, date d'expiration, etc.
-
- Promouvoir l'utilisation du sel iodé.
 - Appliquer concrètement la législation
-
- Définir et imposer l'application de procédures locales de contrôle de la qualité
 - Promouvoir l'utilisation du sel iodé
 - Informer les détaillants que seul le sel iodé doit être vendu pour consommation humaine et animale
 - Information, éducation, communication (IEC) sur la façon de minimiser les pertes d'iode, entreposage convenable, etc..
-
- Exiger du détaillant qu'il ne tienne en stock que du sel iodé
 - Impliquer les dirigeants et les groupes communautaires dans des efforts pour assurer la disponibilité et la qualité du sel iodé
 - IEC pour minimiser les pertes en iode

Suit maintenant une brève description des éléments d'un système de contrôles sur le sel. Une description plus complète, avec spécimens de formules, information technique et matières de référence, est offerte dans les chapitres subséquents.

ANALYSE DE LA SITUATION DU SEL

Dès le départ, une analyse de la situation du sel doit être faite dans le pays, de la production–importation, aux réseaux de distribution, et jusqu'aux ménages. Une telle analyse permet de comprendre le système et de cerner les points de contrôle nécessaires. Une perte d'iode à l'une ou l'autre des étapes de distribution risque de limiter le succès du programme. Cette analyse doit contenir une liste des principaux producteurs–importateurs, des statistiques de production/importation/exportation, et de l'information sur la pureté du sel, le conditionnement, le transport et l'entreposage, les prix au détail et la proportion des ménages qui s'approvisionnent en sel iodé. Ces données doivent être périodiquement mises à jour; annuellement ou tous les deux ans, selon la situation dans le pays. Davantage de renseignements sur l'analyse de la situation du sel sont présentés au Chapitre 2. Essentiellement, l'analyse doit couvrir les principales rubriques qui figurent à la Table 1–2.

Table 1-2

Principaux éléments d'une analyse de la situation du sel

Production et importation

- Liste des principaux producteurs/importateurs de sel du pays.
- Tableaux d'information sur la quantité de sel importé ou produit, le statut des installations de traitement et d'iodation, les mécanismes d'assurance de la qualité, les procédures de conditionnement, la pureté globale du sel et sa teneur en iode, et les considérations de coût.
- Note sur les coûts d'achat de l'iodure de potassium (KI) et de l'iodate de potassium (KIO₃).
- Description de la capacité des producteurs actuels (ou importateurs) à satisfaire les besoins nationaux en sel iodé et des apports nécessaires pour assurer une telle capacité.

Gros / Détail / Distribution – Méthodes

- Suivre la distribution du sel du point de production ou d'importation au point où il est offert aux consommateurs.
- Fournir les données sur les négociants et le transport (y compris les coopératives ou les associations de transport); les principaux entrepôts et les méthodes d'entreposage; les problèmes d'emballage et de réemballage; et la pratique au niveau des détaillants (entreposage et vente).
- Décrire la problématique des prix – encouragements offerts par l'Etat et programmes de subvention, obstacles à la liberté des prix selon le marché, et activités de marketing, aussi bien privées que publiques.

Consommation de sel

- Décrire les tendances de la consommation du sel – estimation générale de la consommation quotidienne par habitant; préférences des consommateurs pour différents types de sel; pratiques culturelles à l'égard de l'achat du sel; et facteurs influant sur la stabilité de l'iodure du sel dans les ménages.
- Réexaminer les efforts antérieurs d'éducation des consommateurs, et la capacité du gouvernement et du secteur privé à influencer l'achat de sel iodé par les consommateurs.

Législation et climat politique

- Revoir la législation et la réglementation courantes concernant l'iodation du sel.
- Énumérer les organismes responsables d'appliquer la réglementation et les procédures utilisées pour s'assurer que des mesures correctives sont prises.
- Décrire le climat politique dans lequel sont définis les contrôles à exercer, y compris les anciens efforts de promotion; le niveau d'engagement au sein des différents secteurs et parmi les divers dirigeants politiques de premier plan; le soutien des principaux groupes d'influence, tels que les associations médicales et les groupes de consommateurs.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION – IMPLICATIONS POUR LA SURVEILLANCE DU SEL

À mesure que procède l'iodation du sel, la législation et la réglementation doivent venir à disposer que tout sel destiné à la consommation humaine ou animale doit être iodé, et des mécanismes exécutoires devront exister pour s'assurer que les normes gouvernementales sont respectées.² Il faut doter les organismes de réglementation de pouvoirs d'inspection et d'imposition de mesures correctives lorsqu'ils décèlent des situations insatisfaisantes.

Lorsque l'on formule une législation sur le sel, il est fréquent que l'on attribue à l'autorité nationale chargée du contrôle des aliments, ou à un éventuel organisme de vérification du respect des normes, la responsabilité juridique ainsi que les pouvoirs pour tester et inspecter le sel à différents points du réseau de distribution, y compris l'importation, la production, et la vente en gros. En outre, le ministère de la Santé, ou un organisme analogue, reçoit souvent pour mandat de contrôler l'approvisionnement des ménages en sel et sa teneur en iode, et parfois même d'inspecter chez les détaillants. Il existe plusieurs mécanismes exécutoires pour s'assurer que les producteurs, négociants et détaillants se plient à la législation sur le sel, par exemple de ne leur accorder l'homologation ou un permis commercial que lorsqu'ils satisfont les exigences de production, de distribution et de vente de sel iodé. Ces mécanismes varieront d'un pays à l'autre. Ils seront d'autant plus efficaces s'il existe des encouragements et des sanctions clairement énoncés, et lorsque les organismes de réglementation disposent de l'autorité voulue, et surtout des capacités requises pour l'exercer.

Ordinairement, les producteurs de sel sont également tenus de vérifier régulièrement si la teneur en iode est adéquate dans chaque lot («contrôles internes»); souvent au moyen d'une trousse d'analyse sommaire ou par des méthodes de titrage sur un certain nombre d'échantillons. Les producteurs sont également tenus de faciliter la tâche aux autorités compétentes qui vérifieront, à intervalles réguliers, les résultats de leurs propres vérifications internes.

Au Chapitre 3, nous offrons des détails plus précis ainsi que des études de cas concernant la législation sur le sel, y compris certaines illustrations des mesures qui peuvent être prises lorsque le sel iodé ne se conforme pas à la réglementation à différents points du réseau de distribution.

STRUCTURE GÉNÉRALE DES CONTRÔLES DU SEL, DU POINT DE PRODUCTION JUSQU'AUX MÉNAGES

Une fois que la législation et l'infrastructure nécessaire sont en place pour l'iodation du sel, une série de lignes directrices de type opérationnel peuvent être énoncées pour la surveillance continue de la disponibilité du sel iodé et de la présence d'une teneur adéquate en iode à l'un ou l'autre des cinq points suivants dans le réseau de distribution : importateurs, producteurs, grossistes, détaillants et ménages. La fréquence et les procédures requises pour recueillir les données à chacune de ces étapes différeront.

Chaque pays devra évaluer ses besoins
programmatisques, ses capacités
institutionnelles et ses ressources au moment
d'élaborer un système de contrôles du sel
qui puisse être efficace et durable, et livrer
de l'information au moment opportun pour
faciliter les prises de décisions.

Plusieurs facteurs sont susceptibles de provoquer des pertes d'iode dans le sel, notamment : 1) la pureté du sel; 2) le composé d'iode utilisé et la quantité ajoutée au moment de la fortification; 3) l'emballage; 4) les conditions de transport et d'entreposage; 5) la durée de temps de la distribution; et 6) le climat. En outre, certaines pratiques culturelles, tel le fait de laver le sel avant de cuisiner, peuvent en réduire la teneur en iode.

La responsabilité globale pour le contrôle de la qualité à chaque point de vérification relève des ministères compétents : ex. Commerce (importation); Industrie (production); et Santé (consommation).

L'information suivante doit être prise en considération à chaque étape de contrôle du réseau de distribution :

- besoins d'information
- indicateurs clés
- collecte des données, analyse et rapports
- mesures de suivi à partir des données recueillies
- secteurs impliqués.

Les contrôles sur la production-importation auront pour but premier de s'assurer que le sel satisfait les normes du gouvernement, et cela incombe principalement au secteur privé. Une fois que le sel a quitté le point de production (ou d'importation), les contrôles deviennent plus difficiles. Il s'agit d'établir si l'affaiblissement de l'iode se produit durant la distribution, et cela peut nécessiter des contrôles au niveau des commerces de gros ou de détail. Enfin, des enquêtes peuvent établir si le sel qui atteint les ménages est adéquatement iodé. L'importance des contrôles à chaque niveau dépendra de la situation nationale. Plus ces efforts se rapprochent du consommateur, plus ce que l'on mesure est précis, mais plus le coût en est élevé. Indépendamment des priorités des contrôles, l'ultime impact de l'iodation pourra être démontré au moyen d'indicateurs biologiques.

À mesure que s'améliore la situation dans certaines régions, il devrait être possible de modifier le plan de surveillance et de recueillir des données moins fréquemment. Nous présentons ci-dessous un aperçu général des procédures de contrôle de la teneur en iode dans le sel, du point d'importation-production jusqu'aux ménages.

CONTRÔLES AU POINT D'IMPORTATION

Les contrôles sur le sel importé dépendront de la législation et de la réglementation nationales, et des lignes directrices à l'intention des importateurs devront être énoncées. Certains pays exigeront que le sel importé ait une certaine teneur en iode, alors que d'autres autoriseront l'importation de sel non iodé et procéderont à son iodation sur place. Dans une situation comme dans l'autre, il importe d'exercer des contrôles aux points d'entrée. Dans certains pays le commerce transfrontalier est libre et ne subit pas de contrôles, mais dans la plupart des cas le sel est importé par voie ferrée, par bateau ou par camion. Les importateurs doivent s'assurer que tout leur sel correspond aux critères stipulés dans les commandes.

Le ministère de la Santé ou de l'Industrie devrait habiliter un organisme à contrôler tout le sel importé afin d'établir si les arrivages correspondent aux critères gouvernementaux. Une fois vérifié par les autorités compétentes, l'envoi reçoit un «certificat de conformité» et sa distribution est autorisée dans le pays. Si du sel non iodé destiné à la consommation humaine ou animale est admis dans le pays, des mesures devraient être prises pour s'assurer qu'il est expédié à une usine d'iodation où l'on suivra les mêmes procédures de contrôle de la qualité que pour le sel iodé local.

Producteurs, importateurs et organismes de réglementation devraient conjointement formuler des obligations qui s'appliqueront à de telles situations d'importation de sel qui ne correspondent pas aux exigences gouvernementales. Lorsque l'on constate qu'un envoi est d'une qualité insuffisante, un certain nombre de mesures peuvent être prises, notamment :

- Essayer de corriger le problème aux frais de l'expéditeur.
- Publier de l'information sur les produits (marques de sel) qui ne passent pas l'inspection.
- Restreindre ou révoquer des permis d'importation.
- Imposer des amendes comme prévu dans la réglementation nationale.
- Confisquer le sel qui est de mauvaise qualité (et peut-être veiller à ce qu'il soit ré-iodé).
- Imposer des peines en cour criminelle.

Le Chapitre 3 porte sur les questions de législation et de réglementation (ex. sanctions et mesures correctrices), et le Chapitre 4 aborde plus à fond les contrôles sur le sel importé.

CONTRÔLES AU POINT DE PRODUCTION

Les contrôles sur le sel au point de production représentent l'étape la plus importante du plan de surveillance et on les exerce par une série de mesures internes d'assurance de la qualité conjuguées à des inspections externes. Le fabricant doit procéder à ses propres contrôles, et les moyens et grands producteurs doivent être encouragés à recruter quelqu'un spécifiquement responsable de l'assurance de la qualité interne. Si un lot n'est pas adéquatement iodé au niveau de la production, il doit être ré-iodé avant la distribution.

Les contrôles externes pour l'assurance de la qualité au niveau de la production seront confiés à des inspecteurs du gouvernement (ministère de la Santé ou Bureau des normes). Les inspections ne seront jamais annoncées et elles seront aléatoires. Toute marque approuvée (convenablement iodée) au terme de l'inspection externe pourrait être autorisée à porter un «sceau» ou «logo» attestant que le sel est de bonne qualité et satisfait les exigences du Bureau national des normes, ou de quelqu'autre commission compétente et respectée par les consommateurs.

Le gouvernement, en collaboration avec des producteurs, définira des exigences où seront énoncées les étapes à suivre advenant que les normes ne soient pas satisfaites. Des lignes directrices préciseront exactement les pouvoirs accordés aux inspecteurs de l'organisme d'État responsable de l'inspection externe. Il faut citer la réglementation et les procédures exécutives à invoquer pour imposer les mesures correctives opportunes; et aussi : amendes, perte d'avantages fiscaux, perte du permis, ou autres sanctions. Le Chapitre 5 offre davantage de détails sur les contrôles internes et externes.

LES CONTRÔLES AUX POINTS DE DISTRIBUTION INTERMÉDIAIRES : COMMERCE DE GROS ET DE DÉTAIL

Les principaux distributeurs en gros seront informés de toute législation ou réglementation relatives au sel iodé et obtiendront rapidement des trousseaux d'analyse sommaire pour établir la présence et le degré de concentration de l'iode avant d'expédier le sel aux détaillants. Il est souvent difficile de contrôler les produits chez les détaillants. Les contrôles à ce niveau ne sont critiques que si l'on constate que la teneur en iode du sel dans les ménages n'est pas adéquate, alors qu'il est établi que le sel quitte l'usine avec des concentrations suffisantes. Si l'on détecte des déficiences chez les grossistes, les usines qui les approvisionnent doivent être avisées et prendre les mesures correctives nécessaires. Les contrôles chez les détaillants peuvent être utiles pour identifier les villages qui sont inadéquatement approvisionnés en sel iodé. La question des contrôles aux points de distribution intermédiaires est abordée au Chapitre 6.

LES CONTRÔLES AU NIVEAU DES MÉNAGES

Lorsque les contrôles au niveau de la production révèlent que l'on produit du sel iodé en quantités suffisantes, il devient capital de s'assurer que le produit qui atteint les ménages contient toujours suffisamment d'iode. Il y a essentiellement deux méthodes et objectifs pour les contrôles sur le sel dans les ménages :

- **Les enquêtes de dissémination** servent à établir la proportion des ménages qui reçoivent du sel adéquatement iodé; elles sont ordinairement menées au niveau provincial ou national.
- **Les contrôles continus** servent à identifier les localités à risque élevé (ex. «situations critiques»), où trop peu de ménages obtiennent du sel adéquatement iodé; ils sont ordinairement effectués au niveau des districts pour obtenir l'information sur les villages individuels.

Afin de suivre les progrès vers l'échéance de la mi-décennie, il faut obtenir de l'information pour établir la proportion des ménages qui reçoivent du sel adéquatement iodé. Cela nécessitera une enquête représentative de dissémination du sel dans les ménages, soit au niveau national, soit, dans le cas des grands pays, au niveau provincial. Pour ce faire, on a ordinairement recours aux enquêtes typologiques (avec échantillonnages en grappes) dont il est question au Chapitre 8. Les enquêtes représentatives des ménages n'ont besoin d'être faites que tous les deux ou trois ans, et elles peuvent être complémentaires à d'autres enquêtes avec échantillonnages nationaux, comme celles concernant le budget des ménages et la consommation alimentaire ou les enquêtes démographiques sur la santé.

Si le but premier des contrôles au niveau des ménages est d'identifier les villages ou les petites régions géographiques où une forte proportion des ménages ne sont pas approvisionnés en sel adéquatement iodé, alors d'autres méthodes d'échantillonnage pourraient être utiles, notamment le CEQL (contrôle par échantillonnage de la qualité des lots). Nous donnons plus de détails sur le CEQL au Chapitre 9. Contrairement aux enquêtes représentatives des ménages, les contrôles continus du sel dans les ménages peuvent avoir lieu plus fréquemment pour s'assurer que le programme d'iodation procède convenablement et qu'il atteint toutes les régions du pays. Plus particulièrement, le processus des contrôles continus devrait déceler les villages spécifiques où l'approvisionnement en sel iodé est inadéquat et où des mesures correctives sont requises. Cette surveillance permanente peut bénéficier de la participation des collectivités et elle pourrait être liée à des contrôles supplémentaires au niveau des détaillants ou des grossistes afin d'établir la raison pour laquelle du sel adéquatement iodé ne parvient pas aux ménages.

Dans la mesure du possible, les contrôles sur le sel devront également accroître la sensibilisation des collectivités à l'égard des TCI et de la lutte contre ce fléau. Une collectivité ainsi sensibilisée exigera du sel iodé et l'industrie sera bien obligée de se conformer à ses souhaits. De tels consommateurs avertis feront également pression sur les organismes d'État pour qu'ils planifient et appliquent efficacement une stratégie de lutte contre les TCI. Il y a de nombreux groupes communautaires susceptibles de s'engager dans ce processus et d'offrir leur leadership dans de telles activités, notamment :

- Les organisations de femmes
- Les ONG locales (organisations non gouvernementales)
- Les groupes de jeunes
- Les professeurs.

LA TENEUR D'IODE DANS LE SEL

Il est ordinairement convenu que la dose quotidienne souhaitable d'iode pour un adulte varie de 100 à 300 µg.⁴ Pour se représenter visuellement une telle quantité, une particule moins grande que la tête d'une aiguille est suffisante pour une personne pour tout un mois. Il n'existe pas de prescription universelle quant à la teneur en iode du sel qui serait nécessaire pour obtenir la dose recommandée. L'Organisation mondiale de la santé a récemment publié une déclaration sur la sûreté du sel iodé.⁴ De nombreux facteurs influencent le choix d'une teneur appropriée pour une population donnée, y compris :

- la consommation de sel par habitant dans la région
- le degré de déficience en iode dans la région
- le type d'emballage
- les pertes en transit dues à la chaleur et à l'humidité
- la durée de vie utile exigée en magasin.

La consommation de sel par habitant dans différents pays est ordinairement de 5 à 15 gm par jour pour les enfants et les adultes. La Table 1-3 offre un exemple de calcul de la teneur en iode du sel.

Étant donné que les niveaux de consommation du sel varient et que l'importance de la perte d'iode dépendra du climat, du matériel d'emballage et de la durée d'entreposage, il n'est pas possible d'établir une norme universelle pour la quantité d'iodate de potassium à ajouter au sel. Les niveaux actuels d'iodation dans différents pays varient de 20 µg d'iode par kilo de sel, soit 34 grammes d'iodate de potassium par tonne (ce qui est possible lorsque la qualité du sel et de l'emballage est excellente et où l'on consomme de fortes doses de sel), à 100 mg d'iode, ce qui est équivalent à 70 grammes d'iodate de potassium par tonne (lorsque le sel est de mauvaise qualité, l'emballage est mal fait, ou que la dose quotidienne de sel est faible).

La plupart des pays ont décrété que la teneur en iode sera de 50 mg/kg au point de production (soit 85 mg/kg d'iodate de potassium). L'OMS/UNICEF/ICCIDD a recommandé différentes teneurs en iode pour le sel selon le niveau de consommation, l'environnement et les conditions d'emballage. Elles sont résumées à la Table 1-4.⁴⁻⁷

Les autorités nationales établiront des niveaux convenables de fortification en iode, en consultation avec l'industrie du sel. La réglementation stipulera une teneur minimale et maximale d'iode au point de production du sel et une moindre teneur au niveau des ménages pour tenir compte des pertes en entreposage et en transit. Par exemple, une population qui consomme 5 grammes de sel par jour dans un climat chaud et sec aura besoin d'une teneur minimale permise au niveau de la production de 80 mg/kg dans le cas du sel en vrac, et de 45 mg/kg au niveau des ménages.

La réglementation précisera également de façon très claire si la teneur en iode indiquée reflète le contenu total en iode seulement ou le contenu en termes de l'un de ses composés (KIO₃ ou KI). En vertu de l'exemple ci-dessus, 40 mg/kg d'iode équivaut à 65 mg/kg de KIO₃, ce qui peut facilement semer la confusion à moins que la forme chimique soit clairement indiquée. En général, il est recommandé que la teneur soit exprimée en termes du contenu en iode seulement, ce qui met l'accent sur l'élément physiologiquement important (l'iode) et facilite la comparaison de ses différentes formes.

Table 1-3

Exemple de calcul de la teneur d'iode dans le sel

- Si la dose quotidienne d'iode requise par habitant est de 200 µg.
- Si la consommation de sel par habitant est de 10 g par jour.
- La dose d'iode requise est de : *

$$(200/10) \text{ µg/gm}$$

$$= 20 \text{ µg/kg}$$
- Compensant pour les pertes du transit et de l'entreposage (supplément de 20 µg/kg).
- La teneur en iode requise

$$= 40 \text{ µg/kg d'iode}$$

$$= 40 \times 1,685 \text{ KIO}_3$$

$$= 65 \text{ µg/kg KIO}_3$$

* 1 µg/g = 1 mg/kg

Table 1-4

Teneur en iode pour le sel recommandée par l'OMS/UNICEF/ICCIDD*

NOMBRE DE MG D'IODE PAR KG DE SEL (c.-à-d. µg/g g/TONNE)							
	Exigée à l'usine hors du pays		Exigée à l'usine dans le pays		Exigée à la vente au détail (marché)		Exigée dans les ménages
EMPAQUETAGE							
Climat et dose moyenne de sel par habitant (g/habitant)	Sacs en vrac	Petits sacs (2 kg)	Sacs en vrac	Petits sacs (2 kg)	Sacs en vrac	Petits sacs (2 kg)	
Chaud humide							
5 g	100	80	90	70	80	60	50
10 g	50	40	45	35	40	30	25
Chaud sec ou frais humide							
5 g	90	70	80	60	70	50	45
10 g	45	35	40	30	35	25	22,5
Frais sec							
5 g	80	60	70	50	60	45	40
10 g	40	30	35	25	30	22,5	20

N.B. Il ne s'agit là que de valeurs initiales à titre indicatif qui devront être ajustées selon l'iode mesurée dans les urines.

* Source : *Iodine and Health: eliminating iodine deficiency disorders safely through salt iodization*, WHO/NUT/94.4. OMS, Genève, 1994.

Table 1-5

Indicateurs pour les contrôles sur le sel et critères d'efficacité†

PROCESS INDICATEUR DE PROCESSUS	CRITÈRE D'EFFICACITÉ
A. Usine ou importateur	
A1. Pourcentage de sel alimentaire présumément iodé	100 %
A2. Pourcentage de sel alimentaire effectivement iodé	90 % ou plus
A3. Efficacité du processus des contrôles internes	90 % ou plus
A4. Efficacité du processus des contrôles externes*	10-12 contrôles mensuels par producteur/importateur, par an
B. Consommateurs et districts	
B1. Pourcentage des sites de contrôles où le sel est adéquatement iodé :	Adéquat dans 90 % des échantillons
• ménages (ou écoles)	
• chefs-lieux de districts (y compris les principaux marchés)	
B2. Efficacité du processus des contrôles**	90 % ou plus

* Mesures correctives systématiquement prises dans les trois heures dans 90 % des cas, selon la méthodologie de l'assurance de la qualité des lots.

** Contrôles effectués dans 90 % des districts dans chaque province, au niveau des ménages et des détaillants.

†Source : *Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control programs*. Version révisée, WHO/NUT/93.1. OMS, Genève, 1994.

CRITÈRES D'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES PROGRAMMES D'IODATION DU SEL

La Table 1-5 donne un aperçu des indicateurs et critères pour suivre les progrès des programmes d'iodation du sel selon les recommandations du rapport de 1993 de la Consultation OMS/UNICEF/ICCIDD sur les indicateurs relatifs aux TCI.⁴ Pour tous ces indicateurs, des lignes directrices plus précises sont offertes dans les chapitres subséquents de ce manuel.

Pour les indicateurs A1 et A2, l'information devrait être fournie par les producteurs de sel qui rendront compte à un organisme central (ex. ministère de l'Industrie) de la quantité de sel distribuée qui satisfait les normes nationales en matière d'iodation. En outre, l'inspection externe servira à vérifier l'exactitude des comptes rendus des usines.

Pour ce qui est des indicateurs A3 et A4, une surveillance adéquate est définie grâce à deux processus :

- Exiger de tous les producteurs/raffineurs de sel de créer un système interne de contrôles et de registres que pourront examiner les inspecteurs du gouvernement (chapitre 5).
- Donner pour instruction aux inspecteurs du gouvernement de prélever un minimum mensuel d'échantillons de sel de chaque usine et de les soumettre à une analyse standard en laboratoire (chapitres 10 et 11).

Pour ce qui est des indicateurs B1 et B2, des contrôles adéquats peuvent être effectués par un recours à des enquêtes dans les ménages ou les écoles pour recueillir de l'information représentative sur la proportion des ménages où l'on consomme du sel adéquatement iodé. Il peut s'agir d'enquêtes par échantillonnage qui livrent des taux précis de prévalence (dissémination) (Chapitres 6 et 8), ou par d'autres méthodes d'échantillonnage comme le CEQL (contrôle par échantillonnage de la qualité des lots) qui indiquent si un certain seuil de dissémination a été atteint ou pas, sans préciser le degré auquel ce seuil peut avoir été dépassé (Chapitre 9).

MÉTHODES POUR MESURER LA TENEUR EN IODE DANS LE SEL

Aux Chapitres 10 et 11, nous décrivons deux techniques pour mesurer la teneur en iode dans le sel, et nous les mentionnons ici brièvement :

- **Trousses d'analyse sommaire** – Elles comprennent de petites bouteilles qui contiennent une solution stabilisée à base d'amidon, dont une goutte est placée dans le sel. L'intensité de la couleur qui se manifeste alors donne une estimation semi-quantitative de la teneur en iode, jusqu'à 50 mg/kg. Une seule bouteille de réactif (10 ml) permettra de faire de 80 à 100 tests, et une boîte de trois bouteilles ne coûte que 0,40\$(US). On trouvera, au Chapitre 10, plus de détails sur la composition, la précision et l'achat des trousse.

On peut les utiliser normalement au siège du programme dans chaque district ou autre subdivision

régionale. Ces tests s'ajoutent ordinairement aux autres responsabilités des inspecteurs sanitaires qui contrôlent aussi la qualité des produits alimentaires. Les échantillons de sel qui s'avèreraient être en-dessous de la norme justifieraient une intervention corrective, et des échantillons choisis seraient envoyés à un laboratoire central pour confirmation par titrage. Les analyses sommaires peuvent être faites dès que le sel est iodé et avant qu'il soit mis en paquets. On pourrait également y avoir recours pour contrôler le sel aux points d'importation.

- **Méthode de titrage standard** – Le titrage du sel se justifie dans les usines moyennes et grandes, aux bureaux de santé dans les districts ou dans les hôpitaux, avec un minimum d'équipements de laboratoire et de techniciens formés. On utilise des méthodes standard légèrement différentes selon que l'iode est sous forme d'iodate de potassium, d'iodure de potassium, ou que le test consiste à mesurer l'iode dans l'une ou l'autre de ces deux formes. Normalement, il existe des installations disponibles quelque part au niveau national, ex. dans un laboratoire de santé publique, ou de normes alimentaires, mais d'autres laboratoires situés dans les provinces, districts ou autres subdivisions régionales, et dans certaines usines de sel, pourraient être équipés et dotées de personnel formé. L'équipement pour le titrage de l'iode n'est pas compliqué et il appert que l'UNICEF à Copenhague est en train de préparer une trousse standard de laboratoire pour tester l'iode dans le sel, et elle coûtera moins de 1 000 \$(US). Cette méthode est préférée pour les contrôles exacts des lots de sel produits dans les usines ou qui rentrent dans le pays, et aussi dans les cas où il y a doute ou contestation. Le titrage est recommandé pour établir l'exacte concentration de l'iode dans le sel à divers niveaux du système de distribution lorsqu'il est nécessaire de procéder à des tests précis. Toutefois, cette méthode est onéreuse (temps et argent) aux fins des contrôles de routine dans l'ensemble du pays. On trouvera davantage de détails au Chapitre 11.

MESURES DE SUIVI

L'information issue des contrôles du sel doit ensuite parvenir aux personnes habilitées à ordonner des mesures correctives. Plusieurs actions peuvent être prises pour réduire l'affaiblissement de la teneur en iode du sel :

- améliorer le contrôle de la qualité dans les usines
- améliorer les méthodes d'achat pour garantir un approvisionnement constant en KIO_3 ou KI
- réduire l'exposition à la chaleur, à la lumière, à l'humidité et à la contamination
- réduire la durée du transport
- améliorer l'emballage
- améliorer l'entreposage
- modifier les habitudes culturelles relatives à l'utilisation du sel qui pourraient en réduire la teneur en iode
- accroître le niveau d'iodation stipulé dans la loi.

Les contrôles sur le sel devraient relever de la direction générale du Comité technique national des TCI ou d'une entité équivalente. L'industrie du sel et le service de l'environnement du ministère de la Santé devront être représentés au Comité.

Ce comité devrait également prendre en considération les constats d'éventuelles évaluations biologiques, surtout les analyses de l'iode dans l'urine effectuées auprès de populations représentatives, lorsqu'il considère des modifications au niveau d'iodation.

Du fait du rôle capital joué par les effectifs de l'industrie du sel en matière de contrôles au niveau de la production et par les inspecteurs de la santé au niveau de la périphérie, il serait recommandé de veiller à ce que ces gens soient adéquatement formés et fortement motivés afin que les procédures de suivi soient strictement appliquées.

SOMMAIRE

Le présent manuel est un complément au document «Technical Guidelines for Monitoring Mid-Decade Goals» déjà distribué aux bureaux de l'UNICEF sur le terrain par le siège de cet organisme.² Le manuel traite des aspects génériques des contrôles et de l'assurance de la qualité, et il est destiné à différents types d'utilisateurs, qui ont divers rôles et responsabilités dans le processus de surveillance du sel. Quant à la manière dont les contrôles seront progressivement introduits dans le cas de chaque programme national, et aux activités précises qui seront entreprises à chaque niveau administratif, elles seront particulières à chaque pays. Les activités de contrôle ne remplacent pas la nécessité de mesurer l'impact du programme que pourront révéler les indicateurs biologiques. Nous n'abordons pas la question de l'évaluation d'impact dans cette version-ci du manuel, mais elle figurera dans la prochaine édition. Certes, nul manuel ne peut se substituer à une formation convenable, mais il demeure que les concepts présentés ici peuvent également être utiles dans la préparation de programmes de formation en vue des activités de contrôle. Nous espérons que ce document offrira une série adéquate d'outils qui amélioreront les contrôles sur le sel, serviront à renforcer davantage les systèmes existants et faciliteront la conception de nouvelles activités de surveillance dans le sens des efforts susceptibles de déboucher sur l'objectif d'iodation universelle du sel.

R É F É R E N C E S

1. Ramalingaswami V. Challenges and opportunities – one vitamin, two minerals. *World Health Forum* 1992;13:222–31.
2. Nathan R. Food Fortification: Legislation and Regulations – A Manual. Program Against Micronutrient Malnutrition (PAMM), Atlanta, 1994.
3. Organisation mondiale de la santé. Iodine and Health: Eliminating Iodine Deficiency Disorders Safely through Salt Iodization. OMS, Genève, 1994.
4. Rapport sur une consultation conjointe OMS/UNICEF/ICCIDD. Indicators for Assessing Iodine Deficiency Disorders and their Control Programs. Version révisée, WHO/NUT/93.1, OMS, Genève, 1993.
5. Venkatesh Mannar MG, Dunn JT. Technical Manual on Iodization of Salt. OMS/UNICEF/ICCIDD (sous presse), 1995.

CHAPITRE 2

ANALYSE DE LA SITUATION DU SEL



INTRODUCTION ET BUT

Chaque pays est caractérisé par des modèles d'approvisionnement, de distribution et de consommation du sel qui lui sont propres. Un programme d'iodation doit s'intégrer à ce système avec un minimum de heurts pour réussir à distribuer à l'ensemble de la population la quantité d'iode requise. Tout pays affligé par un problème de déficience en iode entreprendra d'abord une analyse exhaustive de la situation du sel sur son territoire : points de production-importation; réseaux de distribution; et jusqu'aux ménages. Cette analyse sera effectuée avec soin par un groupe de personnes compétentes afin que les données compilées soient utiles; les résultats seront distribués à tous ceux qui participent aux efforts d'iodation. Une telle analyse peut prendre plusieurs mois et, étant donné que le sel est une denrée alimentaire, elle doit bénéficier de la participation de représentants d'un certain nombre de secteurs, en plus de celle du ministère de la Santé.

Plusieurs étapes sont requises pour parachever cette analyse, notamment :

- une énumération des principaux producteurs ou importateurs
- une compilation des statistiques de production-importation-exportation
- une collecte de l'information relative à la qualité du sel, son conditionnement, les dimensions des paquets, le transport et l'entreposage, les méthodes de commercialisation des détaillants et la structure des prix
- un examen de l'information sur la consommation des ménages
- un examen de la législation, réglementation et procédures exécutoires ainsi que de l'environnement.

Ces données doivent être périodiquement actualisées selon le pays; tous les deux ans, par exemple. L'analyse permettra de mieux comprendre tous les facteurs qui interviennent dans le secteur du sel et d'établir clairement où il serait logique d'effectuer les contrôles; enfin, elle contribuera à cerner les éventuelles contraintes et difficultés de l'iodation universelle.

Le sel est produit par évaporation solaire de l'eau de mer, d'eau saumâtre tirée de nappes phréatiques ou de certains lacs, ou bien il est extrait de gisements souterrains naturels, soit selon la méthode à sec, soit en solution (dans de l'eau douce, ensuite soumise à l'évaporation). Le sel peut être vendu directement sous forme

de blocs bruts ou raffiné/séché/pulvérisé avant d'être mis en paquets. L'iodation est normalement intégrée à une étape quelconque du système de production/raffinage, de préférence juste avant le conditionnement définitif qui précède la vente au détail.

Les modèles de distribution varient d'un pays à l'autre. Avant de parvenir aux consommateurs, le sel passe par les étapes de production, de vente en gros et de vente au détail. Souvent, de gros sacs de 50 ou de 75 kg sont transférés dans des sacs de formats plus petits avant d'être expédiés chez les marchands. Il arrive aussi que le sel soit vendu au poids à partir de stocks en vrac.

Table 2-1

Types d'interventions recommandées pour différentes situations d'iodation du sel

STATUT DU PROGRAMME D'IODATION DU SEL	INTERVENTION RECOMMANDÉE
Non-existant	L'analyse doit comporter une enquête sur la prépondérance et la gravité des TCI par région, une analyse de la production du sel et des modèles de distribution, et une identification du meilleur point d'intervention (iodation). En fonction de ces données, un programme de mise en application peut être créé.
Existe mais nécessite d'importantes modifications	Les modèles d'importation, production, distribution et consommation du sel doivent être examinés pour cerner les goulots d'étranglement qui feraient éventuellement obstacle au succès du programme. L'analyse doit comprendre une énumération des mesures de soutien efficaces : contrôle de la qualité, promotion, encouragements à l'industrie, considérations législatives et sanctions (contrevenants).
Existe mais nécessite un renforcement	L'analyse doit comporter un examen des procédures actuelles d'iodation et une étude de la population que l'on rejoint, y compris celle des régions où l'iodation ne fait pas partie intégrante de la production-distribution du sel, ainsi qu'une discussion des facteurs qui feraient obstacle à une iodation universelle et durable du sel.
Existe et est efficace	L'analyse doit comprendre une discussion des éléments clés menant au succès, une estimation des coûts du programme et des modèles de dotation en personnel, et les points potentiels de tension en ce qui concerne la viabilité à long terme, y compris les contrôles.

La méthodologie et les objectifs précis de l'analyse dépendra du statut du programme d'iodation dans le pays. Les diverses étapes de planification et de mise en application des programmes d'iodation du sel peuvent être caractérisées ainsi :

- non-existantes
- existent mais nécessitent d'importantes modifications
- existent mais nécessitent un renforcement
- existent et sont efficaces.

Les étapes à suivre dans différentes situations sont résumées à la Table 2-1.

ÉLÉMENTS D'UNE ANALYSE DE LA SITUATION DU SEL

Contexte historique

L'information disponible doit être examinée pour comprendre la progression des activités visant l'élimination des TCI et l'iodation du sel. Cela peut comprendre une brève discussion des efforts nécessaires pour bien «établir» l'iodation, une estimation des changements dans la prévalence des TCI par rapport à la tendance historique, une discussion de la nature générale des relations entre les secteurs public et privé, et un bref historique de l'évolution du programme des TCI.

Prévalence des TCI

Une brève description devra être préparée sur chacune des études les plus récentes portant sur la prévalence des TCI dans différentes régions du pays, indiquant la date de l'étude, le groupe de population, le type d'échantillonnage et sa représentativité, la méthode de classement clinique utilisée, et les résultats cliniques et de laboratoire.

Données courantes sur la production, l'importation et le raffinage du sel

Le sel est produit à partir d'une variété de **sources** en ce qui concerne la totalité des approvisionnements de sel comestible; sources locales aussi bien qu'étrangères (voir ci-dessous). Un sommaire quantitatif de ces sources constitue la première étape de l'évaluation dans un pays. La situation globale des quantités annuelles de sel produites, importées, exportées et raffinées dans le pays pourrait être représentée selon le format suivant :

Origine	Disponibilité	Sel minéral	Sel de lac	Sel de mer	Autres	Total
Local						
Importé						
Exporté						

Dans les pays où le nombre des **producteurs** de sel est restreint, une liste des principaux producteurs–importateurs (avec les quantités annuelles) devra être dressée. S'il y a des centaines ou même des milliers de producteurs, la liste inclura les principaux centres de production, les catégories de sel produites, les formats de conditionnement des unités individuelles, et le nombre de producteurs dans chaque catégorie, tel qu'illustré ci-dessous :

Nom et lieu du centre de production	Catégories par type de sel et quantités	Format des sacs individuels	Nbre de producteurs par catégorie

Lorsque cela s'applique, on devrait fournir des détails sur les **importations**. Qui passe les commandes d'importation? Comment les décisions sont-elles prises concernant les fournisseurs? S'agit-il d'un système ouvert d'appels d'offres? Quels organismes d'État sont chargés d'approuver ou de certifier les commandes (Trésor, Douanes et Accises, ou Commerce)? Les normes et les types de contrôles, le cas échéant, devraient faire partie de la discussion. L'énumération des importateurs pourrait avoir pour format le tableau suivant :

Point d'importation d'importation	Noms des principaux importateurs	Sources (pays) et quantités (tonnes/année)	Catégories de sel importé et quantités (tonnes/année)

Quelles sont les procédures normales d'inspection pour les importations dans le pays? Le gouvernement a-t-il régulièrement recours à des tiers (y compris des organismes privés étrangers) pour certifier la qualité des envois?

Le cas échéant, de l'information analogue sur les quantités de sel (iodé et non iodé) exportées annuellement à chaque pays étranger devra être fournie.

L'utilisation courante du sel disponible (production + importations – exportations) devrait être exposée :

Utilisation	Iodé	Non iodé	Total
Humaine			
Animale			
Industrielle			

Raffinage et iodation du sel

L'analyse «**raffinage et iodation du sel**» contiendra les données suivantes :

- lieu et capacités des raffineries et description du procédé de raffinage
- procédés d'iodation du sel dans le pays (méthode humide ou sèche)
- composé d'iode utilisé (iodure ou iodate)
- stabilisateur (le cas échéant) ajouté au composé d'iode
- types de machines utilisées
- niveaux d'iodation : exigés et effectifs (dans chaque usine)
- procédures de contrôle dans l'usine et fréquence d'application
- procédés de conditionnement et estimation de la proportion des ménages qui consomment du sel iodé
- liste de toutes les usines d'iodation, adresses, capacités et production effective (pour l'année la plus récente), selon la table ci-dessous :
- estimation du coût de l'iodation par tonne de sel iodé
- détails sur les achats et la distribution de l'iodate de potassium, avec quantités et prix
- système de délivrance des permis aux producteurs, raffineurs et usines d'iodation; désignation de la régie d'État qui accorde les permis.

Nom de l'usine d'iodation	Adresse	Type d'entreprise*	Capacité de production (tonnes/année)	Sel iodé produit (tonnes/année)

*Indiquer s'il s'agit d'une entreprise privée, grande ou petite, ayant d'autres intérêts, une entreprise publique ou parapublique, si elle a accès à des devises étrangères et si elle est liée à des transnationales, le cas échéant. Pour ce qui est des petits producteurs, indiquer s'il s'agit d'artisans individuels ou s'ils font partie d'une coopérative.

Distribution et marketing du sel

L'analyse doit passer en revue ce qui suit :

- principaux circuits de distribution du sel à l'intérieur du pays (des points de production–importation, en passant par les centres de vente en gros, et jusqu'aux commerces de détail), réseaux et systèmes de marketing, et prix de vente unitaires courants
- mécanismes de transport, emplacement des principaux centres de vente en gros et d'entreposage, quantités manipulées dans chaque centre, méthodes d'entreposage et de manutention (conditions et durée d'entreposage et contrôle des stocks), et méthodes de conditionnement ou de réemballage
- prix pour les différentes catégories et emballage au niveau de la production, de la vente en gros et au détail
- encouragements de l'État et programmes de subventions, le cas échéant
- contraintes qui font obstacle à la liberté des prix (marché) et activités de commercialisation
- pays où l'on exporte et d'où l'on importe
- sensibilisation, attitudes et pratiques des producteurs, grossistes et détaillants quant à l'importance de l'iodation du sel, et leur rôle dans l'iodation universelle de cette denrée.

Structure des prix du sel

Cette analyse devra aborder les questions suivantes :

- Comment les prix à la consommation (sel) sont-ils établis? Options possibles ci-dessous :
 - libre marché (offre et demande); concurrence ouverte des fournisseurs.
 - monopole sur les prix; imposés par un grand producteur.
 - une certaine mesure d'intervention de l'État; imposition d'un plafond sur les prix au détail pour certaines catégories de sel.
 - contrôle total de l'État sur les prix; fournisseurs et distributeurs tenus d'appliquer les prix établis par le gouvernement à différents niveaux de la distribution.
- Là où le gouvernement contrôle les prix :
 - Quel ministère ou administration détermine ces contrôles?
 - Quel système d'information est utilisé pour les déterminer ainsi?
 - Avec quelle fréquence les prix sont-ils révisés?
 - Quelles sont les conséquences des prix contrôlés sur les profits et les possibilités d'investissement et de développement de l'industrie?
- Prix du sel, tendances des dernières années, prix plafond et prix plancher (pour différentes catégories).
- Commentaires sur le degré d'élasticité possible, tant en matière de prix que de pouvoir d'achat des consommateurs.
- Comparer le prix du sel avec l'indice des prix à la consommation en général.

Consommation de sel

Il faudra également donner un bref aperçu des tendances de la consommation du sel, y compris une estimation des doses consommées quotidiennement, les préférences des consommateurs à l'égard des différents types de sel, les habitudes culturelles en ce qui concerne l'achat, l'entreposage et l'utilisation; et tous facteurs influant sur la stabilité de l'iode dans le sel au niveau des ménages.

Promotion du produit et sensibilisation des consommateurs

Cette rubrique doit comporter de l'information sur ce qui suit :

- niveau d'engagement politique à différents niveaux; soutiens accordés par d'importants groupes d'influence (associations médicales ou de consommateurs)
- programmes et activités visant à informer et à motiver le grand public (ou les gens de profession, ou encore d'autres groupes particuliers) en ce qui concerne les TCI et l'utilisation du sel iodé
- efforts de sensibilisation des consommateurs et capacité de l'État et du secteur privé à influencer les consommateurs à acheter du sel iodé
- niveau de sophistication des efforts des médias
- compréhension qu'ont les dirigeants politiques de l'importance d'une approche nationale pour lutter contre la déficience en iode plutôt que de s'attaquer localement au problème dans les régions endémiques. Dans le cadre des efforts de promotion, il pourrait être utile de procéder à un examen de la recherche portant sur des facteurs tels que les niveaux de TSH chez les nouveaux-nés dans les régions urbaines (à plus faible risque).

Administration

Sous cette rubrique, on doit envisager un examen de la structure administrative, notamment :

- structure administrative de supervision et de surveillance du programme
- endance de la dotation en personnel–centre, provinces et districts
- questions de budget et mécanismes pour obtenir des appuis pour le programme.

Contrôles et réglementation

(voir aussi Chapitre 3 : Questions de législation et de réglementation)

À cet égard, il s'agirait de passer en revue ce qui suit :

- législation et réglementation actuelles touchant l'iodation du sel, et normes courantes
- normes relatives à la teneur en iode à l'usine, chez les détaillants et dans les ménages
- mécanismes de surveillance de la teneur en iode à différents niveaux, et discussion sur la capacité des laboratoires à différents niveaux
- fréquence des contrôles, procédures utilisées (lieux d'échantillonnage, méthodes de prélèvement, techniques de laboratoire), et portée du programme de contrôles (nationale ou limitée à certaines provinces)
- nombre d'échantillons analysés par lieu de prélèvement et teneur en iode constatée (fréquences de catégories de niveaux en mg/kg si les analyses sont quantitatives)
- mécanismes et procédures exécutoires, organismes habilités à surveiller l'application des lois et règlements aux points de production et dans les commerces de gros et de détail, et mesures prises lorsque l'on détecte des niveaux d'iodation insuffisants
- problèmes rencontrés dans le contrôle systématique de l'iodation au niveau national, mesures prises pour les résoudre, et recommandations concernant les interventions souhaitables.

SOURCES DOCUMENTAIRES

Dans la rédaction de ce chapitre nous nous sommes inspirés des publications suivantes :

Travaux de la cinquième réunion du Groupe technique OPS/OMS sur le goitre endémique, le crétinisme et la déficience en iode, publication scientifique n° 502, OPS, Washington, 1986.

Venkatesh Mannar, VM et Dunn, JT, Manuel technique sur l'iodation du sel, ICCIDD/IM/UNICEF, (sous presse), 1995.

APPENDICE 2.1

Liste de contrôle pour effectuer une analyse de la situation du sel

- ☐ Statut du programme d'iodation du sel
- ☐ Contexte historique
- ☐ Examiner la prévalence des TCI
- ☐ Production, importation et raffinage
 - quantités par source, et utilisation courante
 - producteurs/importateurs principaux
 - chiffres et normes d'importation/exportation
- ☐ Raffinage et iodation du sel
 - sites de raffinage et capacités
 - méthodes de raffinage
 - usines d'iodation
 - prix de revient
 - détails sur l'iodate de potassium
- ☐ Distribution et marketing
 - circuits de distribution (du grossiste au détaillant)
 - transport et entreposage
 - structure des prix à divers niveaux
 - encouragements de l'État
 - liberté des prix (marché)
- ☐ Établissement des prix du sel
- ☐ Consommation
 - taux de consommation quotidienne et habitudes culturelles
 - niveau de sensibilisation—conséquence des efforts de promotion
- ☐ Promotion du sel iodé et sensibilisation des consommateurs
 - engagement politique
 - motivation/sensibilisation des consommateurs
 - niveau de participation communautaire
 - médias
- ☐ Administration
 - infrastructure
 - dotation en personnel
 - budget
- ☐ Contrôles et réglementation
 - législation et réglementation
 - normes
 - contrôles
 - laboratoires
 - mécanismes exécutoires

CHAPITRE 3

QUESTIONS DE LÉGISLATION ET DE RÉGLEMENTATION



INTRODUCTION

Lorsque les gestionnaires de programmes comprennent le rôle de la législation et de la réglementation comme bases pour un programme de contrôles efficaces, leurs apports en matière d'adoption ou de modification de ces statuts peuvent se traduire par un appui à diverses activités cruciales relatives à l'iodation du sel. Une loi soigneusement rédigée et de portée globale (iodation du sel ou fortification des aliments), doublée d'une réglementation d'application adéquate, doit prévoir des contrôles qui, à leur tour, renforceront les mesures exécutoires pour une application efficace des exigences statutaires relatives au sel iodé. Privés de pouvoirs exécutoires efficaces, un gouvernement ne peut pas garantir que du sel convenablement iodé sera universellement disponible.

Les dispositions relatives aux contrôles devront couvrir deux types de surveillance :

- **Contrôles internes, ou auto-contrôles**, exercés par l'industrie; ce que l'on appelle l'«assurance de la qualité» (AQ). Par des contrôles internes, l'industrie examine régulièrement la validité de ses propres processus et procédures afin de déceler et corriger tout problème systémique constaté.
- **Contrôles externes** exercés par l'État, conformément à ses pouvoirs d'inspection et d'investigation. Les contrôles externes livrent aux autorités l'information nécessaire pour appliquer la loi dès que l'on constate un vice de conformité.

Les aptitudes actuelles de l'industrie à produire un sel iodé de haute qualité, et celles des fonctionnaires responsables du contrôle des aliments à inspecter, échantillonner, ou analyser le sel sont souvent limitées. Ce manuel présente une situation idéale, étant bien entendu que de nombreux pays ne sont pas encore en mesure de mettre à exécution tout ce qui est défini dans ce chapitre. Il est à espérer que cette information poussera les lecteurs à examiner le système actuel de contrôle et les aptitudes courantes, et à prendre des mesures pour les améliorer dans le contexte des contraintes et des possibilités que connaît le pays.

ANALYSE DU CONTEXTE JURIDIQUE

Du fait que législation et réglementation font partie intégrante d'un programme d'iodation, il devra y avoir coordination et intégration entre exigences du programme et dispositions juridiques. Comme première étape, législation et réglementation existantes en matière d'aliments doivent être évaluées quant à leur aptitude à imposer l'iodation adéquate du sel.

Il peut être nécessaire d'engager des experts juridiques sur place, ayant une bonne connaissance à la fois des questions de fortification des aliments et de rédaction des lois et statuts, car il est évident que lois, systèmes juridiques, et coutumes varient d'un pays à l'autre.

Si l'expert local ne connaît pas bien le sujet de la fortification des aliments, il faudra aussi avoir recours à des ressources externes.

On peut trouver un expert juridique local qui serait fonctionnaire au ministère de la Santé ou de la Justice, ou au sein de l'assemblée législative du pays. S'il existe une école de droit dans le pays, elle peut être en mesure d'offrir des conseils ou de recommander quelqu'un. Le PAMM, la FAO, l'UNICEF ou d'autres organismes internationaux pourraient également être d'un certain secours en matière de fortification des aliments et de réglementation connexe.

La publication de la FAO *An Outline of Food Law* offre une législation modèle et de portée globale concernant les contrôles sur les aliments. Un manuel du PAMM et de l'UNICEF, *Food Fortification Legislation and Regulation*, ainsi que les publications qui figurent dans sa bibliographie, contiennent des lignes directrices et des modèles précis de dispositions relatives à la fortification des aliments et à l'iodation du sel que l'on devrait retrouver dans la législation et la réglementation, ainsi que de l'information sur les contextes historiques. L'Appendice 3-1 contient une liste de contrôle pour l'évaluation de l'efficacité de la législation sur les aliments en matière de fortification des denrées alimentaires.

ACTIVITÉS LÉGISLATIVES ET RÉGLEMENTAIRES POUR LES GESTIONNAIRES DE PROGRAMMES

Une fois achevé l'examen des lois et de la réglementation existantes, toutes carences observées seront communiquées à ceux qui ont le pouvoir politique nécessaire pour influencer la législation et la réglementation. On en informera aussi les experts qui participeront à la rédaction des amendements de la loi ou de la réglementation. Si possible, le gestionnaire

du programme devra veiller à ce que la perspective du programme elle-même soit incorporée dans les dispositions juridiques régissant l'iodation du sel (voir l'étude de cas sur les Philippines, ci-dessous).

S'il devient nécessaire d'amender la loi existante, il faut trouver des personnes pour parrainer une nouvelle législation. Une fois introduite, celle-ci aura besoin de l'appui de groupes de pression afin de passer le cap de la législature. En outre, il faudra être vigilant pour éviter d'éventuels amendements proposés par d'autres qui risqueraient d'affaiblir la loi et ainsi de rendre l'administration du programme plus difficile.

Si la loi est adéquate mais que ses statuts d'application requièrent des amendements, les gestionnaires de programme devraient alerter la personne compétente au ministère responsable de l'application et de l'administration de la loi existante. Ces mêmes gestionnaires devront alors participer à l'énoncé des normes et des exigences qui seront contenues dans la réglementation.

Une fois que la loi et la réglementation sont en place, les gestionnaires de programme devront contribuer à la formulation de lignes directrices bien nettes qui aideront l'industrie à comprendre les exigences juridiques et réglementaires relatives à l'assurance de la qualité, et à s'y conformer. Ces lignes directrices seront formulées en collaboration avec l'industrie, des ONG, d'autres ministères, et tous les autres groupes qui pourraient être parties prenantes.

Enfin, si la proportion du sel convenablement iodé est faible, le gestionnaire du programme peut avoir des apports à faire dans le processus juridique s'il est nécessaire de procéder à des modifications législatives ou réglementaires, comme par exemple d'augmenter la teneur en iode au niveau de la production.

Philippines

Aux Philippines, le gestionnaire du programme, avec l'aide de l'UNICEF, a suivi de près la législation proposée pour l'iodation du sel et il a été en mesure d'y contribuer par des apports programmatiques auprès des sénateurs et des députés qui ont introduit la législation. Les parlementaires qui ont parrainé la loi se sont montrés ouverts aux préoccupations exprimées par le gestionnaire du programme et par l'UNICEF relativement aux ébauches initiales du texte législatif et ils les ont même invités à venir témoigner au sous-comité de la chambre qui parrainait le projet de loi. Il semble que les préoccupations exprimées par le gestionnaire du programme et par l'UNICEF ne seront pas totalement ignorées dans la version définitive du texte.

DISPOSITIONS JURIDIQUES RÉGISSANT LES CONTRÔLES

Les dispositions de la loi et de la réglementation directement reliées aux contrôles doivent couvrir les domaines suivants :

- Assurance de la qualité et tenue de registres.
- Inspections et enquêtes gouvernementales.
- Mise en vigueur de la législation et de la réglementation.

Les dispositions indirectement reliées aux contrôles devront couvrir les domaines suivants :

- Normes relatives au sel iodé – degré d'iodation et autres éléments.
- Exigences de conditionnement, étiquetage, transport et entreposage.
- Délivrance des permis ou enregistrement des fabricants, importateurs, vendeurs, le cas échéant.

Dispositions qui doivent faire partie de la législation/réglementation

La loi doit être suffisamment souple pour que, avec l'évolution des besoins, on ne soit pas obligé d'introduire une nouvelle législation pour amender la loi existante. L'introduction et l'adoption d'une législation représentent parfois un processus extrêmement onéreux en termes politiques et de calendrier. Pour éviter des contraintes inutiles, le texte de loi devra énoncer des principes généraux et reléguer les détails de mise en application aux statuts connexes qui peuvent plus facilement être adoptés et amendés par le ministère compétent. Par exemple, un principal général peut disposer que tout sel destiné à la consommation humaine ou animale sera iodé avec de l'iodate de potassium, alors que la teneur exacte de cette substance serait précisée dans la réglementation connexe.

Un autre principe obligerait tous les fabricants, importateurs, transporteurs, distributeurs et vendeurs de sel à exercer des contrôles périodiques d'assurance de la qualité dont la fréquence serait établie par réglementation. En outre, la loi doit accorder au ministère (ou autre organisme compétent) de vastes pouvoirs pour procéder à des inspections et à des investigations dans les locaux de tout établissement où l'on fabrique du sel, où l'on en reçoit pour la vente ou pour la distribution, qu'il soit vendu ou qu'il s'y trouve pour d'autres raisons, ou tout autre lieu où l'on a des raisons de croire que de telles activités se déroulent. La réglementation peut ensuite préciser les procédures d'inspection. Enfin, le texte de loi doit préciser les sanctions et encouragements dont peut se prévaloir l'État ainsi que certaines procédures de mise en application et de protection. Quant à la réglementation, elle peut prévoir les mécanismes et procédures de détermination des sanctions. La Table 2-1 résume les questions qu'il convient d'inscrire dans le texte de loi par opposition à la réglementation connexe.

Inde

En Inde, la loi elle-même précise la teneur d'iodate de potassium exigée dans le sel. Depuis, l'on a constaté que la teneur en iode est trop faible. Cependant, étant donné que le texte de loi établit le niveau de KIO_3 , le gouvernement ne peut pas exiger une teneur en KIO_3 plus élevée, et les fabricants et autres intervenants ne peuvent augmenter ce niveau sans violer la loi. Il faudra amender la loi, en passant par le processus législatif, afin d'augmenter la teneur en KIO_3 dans le sel iodé. Entre-temps, le programme gouvernemental de lutte contre les TCI est entravé par cette inaptitude à modifier les niveaux permis d'iodé dans le sel. Si le niveau de KIO_3 avait été dicté dans la réglementation plutôt que dans le texte de loi, le ministère de la Santé aurait pu procéder à des changements sans passer par le processus législatif.

Introduction étalée dans le temps d'exigences plus sévères relatives au sel iodé

En définitive, le sel iodé devra satisfaire des normes de qualité plutôt sévères – faible degré d'humidité, particules fines, et niveau de pureté élevé – de façon à ce

que la teneur en iode ajouté au sel soit conservée le plus longtemps possible. En outre, il est capital d'avoir un conditionnement convenable dans des sacs qui protègent le contenu en iode des conditions environnementales qui pourraient l'affaiblir. Toutefois, dans bien des pays, l'industrie du sel n'est pas équipée financièrement ou techniquement pour procéder à une amélioration à grande échelle des activités de production et de conditionnement. Ainsi, l'industrie aura tendance à résister à l'iodation du sel si les normes initiales étaient trop sévères.

Là où l'industrie du sel n'est pas encore prête à satisfaire de nouvelles normes qui seraient sévères, les autorités pourraient commencer par exiger que tout le sel soit iodé à forte concentration plutôt que d'imposer simultanément de vastes améliorations dans la production et le conditionnement du sel. Par exemple, la loi pourrait disposer que le sel soit universellement iodé à partir du 31 décembre 1995, tout en accordant au ministère chargé d'administrer la loi le pouvoir d'introduire graduellement des exigences de production et de conditionnement plus sévères. Une telle approche permettra d'approvisionner la population en sel iodé relativement vite afin que l'on puisse immédiatement commencer à s'attaquer aux TCI. Par la suite, à mesure que les critères de qualité et de pureté du sel deviendront plus stricts, on pourra abaisser la teneur en iode prescrite.

Table 2-1

Questions qu'il convient d'incorporer dans le texte de loi plutôt que dans la réglementation.

Texte de loi	Réglementation
Obligation d'ioder tout sel destiné à la consommation humaine ou animale avec du KIO_3 conformément à la réglementation connexe	Teneurs d'iodate de potassium aux niveaux : fabrication, importation, et commerces de gros et de détail
Obligation pour tous les fabricants, importateurs, grossistes, détaillants et transporteurs de sel de procéder périodiquement à des contrôles internes d'assurance de la qualité (AQ)	Énumération des activités d'AQ à entreprendre, notamment l'équipement normal et le calibrage des instruments, et l'échantillonnage de contrôle de la teneur en iode
Les pouvoirs des autorités d'inspecter ou de faire enquête dans les locaux de tout établissement où l'on fabrique, importe, réceptionne, retient, entrepose ou retrouve du sel, et où l'on a des indices raisonnables pour croire que tel est le cas	Circonstances dans lesquelles les autorités peuvent procéder à des inspections ou à une enquête, précisions sur ce qu'elles peuvent examiner, ou sur la manière dont elles sont autorisées à faire des tests sur les échantillons de sel
Sanctions prévues en cas de non conformité, y compris amendes, suspension et révocation d'un permis, publicité négative, ou confiscation	Circonstances dans lesquelles chaque sanction ou encouragement sera appliqué, importance des amendes et durées de suspension, et étapes procéduriales d'imposition des sanctions
Encouragements pour conformité, y compris priorité pour le transport et l'étalage du sel iodé, utilisation exclusive du logo, et préférences fiscales	

LA MÉCANIQUE DE L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

La réglementation dicterait que des activités spécifiques d'AQ soient consacrées à ce qui suit :

- **Le niveau d'iodate de potassium** : s'assurer d'une teneur appropriée de KIO_3 dans le sel au niveau de la fabrication, importation, et commerce de gros et de détail, ainsi que de la qualité globale du sel iodé.
- **Conditionnement** : s'assurer que le sel est convenablement emballé dans des sacs faits de matières non poreuses, doublées de polypropylène à haute densité, et dans des formats convenables pour la vente au détail.
- **Étiquetage** : s'assurer que l'étiquette contient l'information stipulée dans la loi, à savoir :
 - teneur en iode (exprimée en mg/kg) et présence quantifiée des autres principaux ingrédients
 - numéro de lot
 - dates de fabrication et d'expiration du sel
 - poids net
 - prix
 - **Désignation et numéro de permis** du fabricant, importateur, grossiste et détaillant afin que l'on puisse remonter la filière lorsque le sel n'est pas conforme
 - usage autorisé d'un logo
 - **instructions d'entreposage**
- **Entreposage, transport, et mise en étalage du sel** : réduire au minimum les pertes d'iode en évitant une lumière directe ou trop forte, chaleur excessive, humidité ou eau, contamination, mélange avec du sel non iodé, aération inadéquate, fréquence de roulement insuffisante à l'entreposage, présence de crochets ou autres instruments acérés, ou empilement sur une quelconque surface située à moins de 4 pouces du sol.

La loi doit également autoriser le ministère compétent à définir des règles pour les rapports d'AQ (ex. registre des tests d'échantillons). En outre, elle devra habiliter le ministère à décider de la manière de disposer du sel qui n'aura pas été convenablement entreposé afin de le retirer du marché pour qu'il ne puisse servir à la consommation humaine ou animale.

Des activités précises d'AQ pourraient être énumérées dans des lignes directrices préparées par les autorités en collaboration avec l'industrie. Initialement, la loi pourrait se contenter d'obliger l'industrie à exercer des contrôles sur ses propres activités de production, conditionnement, étiquetage et entreposage, sans préciser leur nature. Ultérieurement, lorsque l'industrie et les autorités auront eu le temps de s'ajuster techniquement et financièrement, des exigences d'AQ plus sévères pourraient être énoncées dans des règlements statutaires. L'apport de l'industrie à ce niveau garantira que les exigences d'AQ seront réalistes et efficaces.

CONTRÔLES EXTERNES : INSPECTIONS ET ENQUÊTES DES AUTORITÉS

Les autorités doivent disposer de pouvoirs juridiques pour procéder à des inspections périodiques chez tous les fabricants, grossistes, détaillants, et autres points du circuit de fabrication et distribution du sel. Elles doivent également disposer du pouvoir d'enquêter en cas de plaintes et lorsque l'on soupçonne avec raisons un vice de conformité par rapport aux exigences réglementaires.

Les travailleurs de la santé dans les villages, les groupes de consommateurs, et d'autres entités non gouvernementales pourraient être habilités à exercer des contrôles, à savoir de simples tests avec la permission des ménages ou des magasins. Ils pourraient également remonter la filière d'un sel défectueux et transmettre cette information aux autorités. Celles-ci pourraient ensuite vérifier le vice de conformité avant de prendre des mesures ou d'imposer des sanctions.

Les pouvoirs d'inspection et d'enquêtes devraient être attribués au ministère (ou organisme) le plus compétent, et à l'échelon (local, provincial, district, national) le moins susceptible de s'exposer aux influences politiques ou à la corruption. Si l'influence politique risque d'interférer avec les contrôles externes, il serait opportun de proposer une structure de contrôles qui se tiendrait à distance par rapport au gouvernement.

POUVOIRS EXÉCUTOIRES

Les pouvoirs exécutaires devront également être attribués au ministère ou à l'organisme le plus compétent, et ce à l'échelon le plus opportun et le moins susceptible d'être exposé aux influences politiques ou à la corruption. L'interférence politique au niveau des pouvoirs exécutaires semble être un mal endémique qu'il faudra prévoir dans la législation et les règlements connexes.

EFFORTS CONCERTÉS : LA COLLABORATION GARANTE DE CONTRÔLES EFFICACES

Gestionnaires de programmes, autorités dotées de pouvoirs exécutaires, responsables de la rédaction du texte de loi et des règlements, ONG, et représentants de l'industrie et des consommateurs pourraient et devraient collaborer officiellement et officieusement dans le cadre des activités suivantes :

- Définir des mesures d'AQ efficaces et réalistes
- Énoncer des lignes directrices pour l'industrie
- Partager l'information issue des contrôles
- Féliciter ou récompenser les entreprises dont la performance est méritoire
- Créer un logo pour le sel iodé
- Offrir des stages de formation

Un groupe de travail peut être créé pour servir de pont entre gouvernement, industrie, ONG et autres organismes et pour favoriser un dialogue continu en se servant du domaine d'expertise de chacun pour faire bénéficier le système de tout apport juste et réaliste.

APPENDICE 3-1

RESSOURCES

Au nombre des publications utiles, mentionnons les suivantes :

Food Fortification Legislation and Regulations (version provisoire). Atlanta : PAMM, UNICEF, 1994.

Gerard. An Outline of Food Law, Rome : FAO, 1983.

Guidelines for Developing an Effective National Food Control System. Rome : FAO, OMS, 1979.

Conférence internationale sur la nutrition : Rapport final de la conférence. Rome : FAO, OMS, 1993.

Management of Food Control Programmes. Rome : FAO, PNUD, 1989.

APPENDICE 3-2

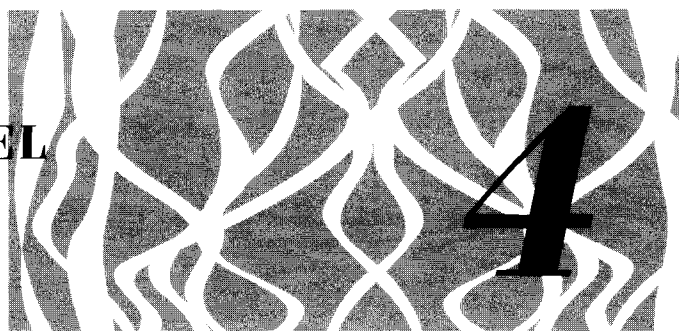
Liste des contrôles pour évaluer l'efficacité d'une loi nationale existante en matière d'aliments

Une loi adéquate en matière d'aliments doit au minimum répondre aux critères suivants :

- ☐ Que la définition des termes «aliment» ou «sel» soit suffisamment vaste pour couvrir le sel destiné à la consommation humaine ou animale
- ☐ Que la définition du terme «altération» n'interdise pas l'ajout d'agents fortifiants dans les aliments
- ☐ Que tous les termes soient clairs et non ambigus
- ☐ Que la portée de la loi couvre toutes les personnes qui font partie du circuit de fabrication-distribution du sel
- ☐ Que le ministère chargé d'administrer la loi soit investi de pouvoirs amples pour lui permettre d'énoncer une réglementation exécutoire
- ☐ Que la loi exige de l'industrie alimentaire d'entreprendre régulièrement des activités d'assurance de la qualité
- ☐ Que la loi permette qu'une réglementation connexe puisse prescrire des exigences en matière de conditionnement, d'entreposage, et de transport du sel iodé
- ☐ Que le ministère chargé d'administrer la loi soit investi de vastes pouvoirs d'enquête
- ☐ Que le ministère soit investi de véritables pouvoirs exécutoires (significatifs), y compris une panoplie de sanctions et d'encouragements
- ☐ Que la loi contienne des dispositions adéquates protégeant les droits juridiques des personnes accusées de violation de la législation

CHAPITRE 4

CONTRÔLES SUR LE SEL IMPORTÉ



Dans le contexte des contrôles à exercer sur le sel importé, il est essentiel de disposer des renseignements suivants :

- Quels sont ses points d'entrée dans le pays?
- Quelle quantité entre dans le pays chaque année?
- Quelle sont les proportions de gros sel, sel fin, ou raffiné?
- Quelle est la proportion du sel qui est signalé comme iodé?
- Quels composés sont utilisés pour l'ioder : iodate de potassium ou iodure de potassium?
- Quelle proportion des envois «iodés» satisfait-elle les normes gouvernementales?
- Quelle est sa contribution aux exigences nationales en matière de sel iodé?

INDICATEURS CLÉS

- Les quantités de sel iodé importé
- La proportion de celui-ci qui satisfait les normes gouvernementales
- L'efficacité des contrôles externes (nombre des contrôles mensuels par importateur, par an)

COLLECTE, ANALYSE ET SIGNALEMENT DES DONNÉES

- Vérification et contrôles de routine de tout le sel au moment de l'importation

MESURES DE SUIVI

Quelques mesures de suivi possibles lorsque l'on constate que les envois contiennent du sel qui n'est pas adéquatement iodé :

- Corriger le problème aux frais du producteur, importateur ou expéditeur.
- Publier l'information sur les produits en mentionnant les inspections à résultats négatifs.
- Restreindre ou révoquer les permis d'importation.
- Imposer des amendes.
- Confisquer et détruire tout sel mal iodé.
- Ré-ioder le sel mal iodé.
- Autoriser l'utilisation du sel mal iodé uniquement à des fins industrielles.
- Imposer des sanctions pénales.

INTRODUCTION

Les contrôles sur le sel importé sont un élément important des programmes nationaux d'élimination des TCI. Certains pays n'importent pas du tout de sel alors que d'autres importent la totalité de leur sel; la plupart des pays se retrouvent à mi-chemin entre ces deux cas extrêmes. Par exemple, près de la moitié des pays d'Afrique importent la totalité ou la quasi-totalité de leur sel. Les conditions spécifiques des contrôles sur le sel importé dépendront de la législation nationale et des règlements connexes. Certains pays pourraient exiger que le sel importé ait une certaine teneur en iode, alors que d'autres pourraient autoriser l'importation de sel non iodé à condition de l'ioder dans le pays. Législation et règlements connexes en matière d'étiquetage et de conditionnement sont également importants. Les points à considérer lorsque du sel est importé sont décrits à la Table 4-1.

Table 4-1

Mesures possibles concernant le sel importé en vertu de la législation-réglementation nationale et selon la disponibilité d'équipements d'iodation

		La législation/réglementation exige-t-elle que tout le sel importé destiné à la consommation humaine ou animale soit adéquatement iodé avant d'entrer dans le pays?	
		OUI	NON
Les équipements pour l'iodation du sel sont-ils faciles à obtenir dans le pays?	OUI	Si le sel passe l'inspection, nulle mesure n'est nécessaire. Dans le cas contraire, voici quelques actions possibles : 1. Exiger qu'il soit iodé. 2. Permettre sa vente après avoir émis des avertissements ou imposé des amendes à l'importateur, producteur, et(ou) expéditeur 3. Permettre son utilisation uniquement dans la catégorie industrielle. 4. Confisquer et détruire le sel.	Si le sel est adéquatement iodé, nulle action n'est nécessaire. S'il ne l'est pas adéquatement ou pas du tout, on peut l'expédier à une usine d'iodation. (Ce sel devrait alors tomber sous le coup de la législation et réglementation qui s'appliquent au sel produit localement).
	NON	Si le sel passe l'inspection, nulle action n'est nécessaire. Dans le cas contraire, voici quelques actions possibles : 1. Permettre sa vente après avoir émis des avertissements ou imposé des amendes à l'importateur, producteur, et(ou) expéditeur 2. Permettre son utilisation, mais uniquement dans la catégorie industrielle. 3. Obtenir de l'équipement pour l'iodation ou la ré-iodation du sel. 4. Confisquer et détruire le sel. 5. Ne pas permettre le déchargement de l'envoi dans le pays.	Si le sel est adéquatement iodé, nulle action n'est nécessaire. S'il l'est mal ou pas du tout : 1. Obtenir de l'équipement pour l'ioder. 2. Préparer législation et réglementation appropriées pour s'assurer que le sel importé est iodé au préalable ou qu'il est iodé dans le pays même.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION RELATIVES AU SEL IMPORTÉ

L'État et les importateurs devront étroitement collaborer pour préparer ou modifier toute législation ou réglementation voulue quant au sel importé. Il y aura des décisions à prendre sur un certain nombre de points : où le sel doit-il être iodé (avant l'arrivée au pays ou dans le pays même); quelle doit être sa teneur en iode; qui aura la responsabilité de l'inspecter; et quelles sanctions imposer si des normes acceptables ne sont pas respectées? (Voir Chapitre 3 pour plus de détails.) Il est de l'intérêt des importateurs de veiller à ce que la législation et la réglementation soient justes et équitablement appliquées à tous.

Les règlements préciseront la teneur en iode requise au point d'importation. Les importateurs et leurs producteurs devront tenir compte des pertes d'iode entre le point de production et le point d'importation. Cela nécessite un certain degré de jugement et d'expérience de la part du producteur et peut devenir une question d'essais et d'erreurs. Des recherches sur les pertes d'iode durant le transport seraient

utiles. Des pertes dramatiques d'iode se produisent quand les conditions d'entreposage sont humides ou insalubres.

La législation et la réglementation devront identifier les organismes responsables de l'échantillonnage et dotés de pouvoirs exécutifs, et elles définiront clairement les actions de suivi qui s'appliqueront lorsque du sel importé ne satisfait pas les critères prescrits. Tous ces contrôles pourraient bien devoir être plus stricts et plus fréquemment appliqués durant les premières étapes d'un programme de surveillance. Une fois que le système est bien rodé, la fréquence de l'échantillonnage sera réduite.

Il est capital de s'assurer que le sel importé à des fins industrielles porte clairement la mention «non destiné à la consommation humaine ou animale» et qu'il ne puisse être délivré qu'à des utilisateurs industriels exclusivement. Certains pourraient être tentés de déclarer leur sel comme étant destiné à des fins industrielles, pour ensuite le distribuer sur le marché de la consommation humaine ou animale.

IDENTIFIER LES POINTS D'ENTRÉE

Il y a souvent de nombreux points d'entrée du sel dans un pays. Il peut arriver par bateau, par train, par la route ou même à dos d'animal. Aux points d'entrée les plus importants, il devrait être relativement facile d'identifier les principaux importateurs. Lorsque l'importation du sel suit des voies moins formelles, comme à dos de chameau entre Djibouti et l'Éthiopie, ou à bord de dhows (modestes embarcations) d'un petit port à l'autre, la surveillance devient beaucoup plus difficile.

IDENTIFIER LES ADMINISTRATIONS PUBLIQUES RESPONSABLES ET LES AGENTS INTERNATIONAUX COMPÉTENTS

La gestion des importations de sel relève ordinairement du secteur privé, sous contrôle de l'État (ministère du Commerce ou du Commerce international). Des règles et des normes pourraient être définies et leur application confiée à un autre organisme, ex. une Commission des normes. Le ministère de la Santé n'a pas toujours les pouvoirs d'exercer des contrôles aux frontières, à moins qu'il en ait spécifiquement reçu le mandat comme organisme responsable. Les inspecteurs du ministère de la Santé qui vérifient régulièrement la qualité des aliments, ou les agents des Douanes qui relèvent ordinairement du ministère des Finances ou du ministère du Commerce, pourraient être formés pour procéder à de telles inspections.

Certains gouvernements choisissent de confier par contrat à une agence la tâche de vérifier la qualité des marchandises importées au point de fabrication. Par exemple, la Société générale de surveillance (SGS), de Suisse, procède à des vérifications de la qualité pour le compte d'un certain nombre de gouvernements. Il existe d'autres organisations analogues comme le Bureau Veritas et la Lloyd's Inspection Agency. Ces compagnies sont de plus en plus souvent chargées par contrat de vérifier la qualité et la quantité des importations au point d'expédition, et de s'assurer que les prix sont raisonnables.

Un autre méthode consiste à responsabiliser les importateurs pour ce qui est des analyses du sel qui entre dans le pays, avec l'aide d'organismes gouvernementaux qui offrent l'assurance de la qualité externe (semblable au concept de l'assurance de la qualité interne dont se chargent les producteurs de sel – décrit au chapitre 5). Les importateurs seraient tenus d'analyser le sel et de tenir des registres de tous les tests effectués. Ces registres seraient ouverts à l'examen de l'organisme gouvernemental désigné qui procéderait également à des tests périodiques sur des échantillons. Cet arrangement est particulièrement opportun au bout de quelques années de contrôles réguliers sur le sel importé.

Certaines précautions pourraient être de rigueur afin d'éviter les pots de vin aux contrôleurs pour s'assurer que les envois passent l'inspection. Une solution à long terme consiste à veiller à ce que d'autres agents soient présents durant les tests. Lorsque l'ensemble de la population est sensibilisé au problème des TCI, les citoyens exigeront, pour leur propre protection, que les contrôles soient faits de façon intégrée. Pour

éviter les problèmes, la surveillance du sel importé pourrait être une responsabilité commune de deux administrations gouvernementales, ex. Santé et Commerce.

SENSIBILISER LES IMPORTATEURS DE SEL AU PROBLÈME DES TCI ET DE SA PRÉVENTION

En discutant avec les importateurs des buts du programme d'élimination des TCI et de l'importance qu'il y a à ioder adéquatement le sel, il convient d'insister sur les conditions d'un entreposage convenable du sel iodé, notamment d'éviter d'exposer la marchandise à la lumière, à la chaleur, à l'humidité, aux poussières et à d'autres contaminants.

NORMALISER LES PROCÉDURES DE CONTRÔLE SUR LE SEL IMPORTÉ

Il est difficile d'énoncer des exigences précises pour la surveillance du sel importé qui s'appliquent à tous les pays du fait des différences de pratiques commerciales et d'infrastructures. Cependant, nous avons donné ci-dessus un aperçu de quelques-unes des considérations communes. Chaque pays devra ensuite définir et appliquer des procédures normalisées pour les contrôles sur le sel importé. Voici quelques étapes possibles que l'on pourra adapter dans n'importe quel pays.

Étapes dans les contrôles sur le sel importé

- ☐ Examiner tous les documents d'expédition du sel importé.
- ☐ S'assurer que le document initial d'appel d'offres mentionne correctement les exigences législatives et réglementaires concernant le sel importé.
- ☐ Préalablement à l'importation dans le pays, désigner des responsables de la réglementation qui devront vérifier que les critères de qualité et de teneur en iode sont respectés avant d'approuver la commande.
- ☐ Au moment de l'importation, définir ce qui constitue un «lot» à prélever pour les tests.
- ☐ Établir le nombre minimum d'échantillons à prélever pour les tests et les seuils qui déterminent si un lot est approuvé ou non en vertu du CEQL (contrôle par échantillonnage de la qualité des lots – voir chapitre 9).
- ☐ Tester des échantillons de sel pour établir si le lot est acceptable.
- ☐ Si le lot passe la barre, accorder un «sceau» ou autre forme de certification.
- ☐ Si le lot ne passe pas la barre, adopter des mesures correctives ou punitives.

DÉFINIR CE QUI CONSTITUE UN «LOT»

Dans le cadre des contrôles sur le sel importé, il est d'abord nécessaire d'établir ce qui constitue un «lot». Une politique normalisée à cet égard doit être adoptée sur la base des conditions qui prévalent dans chaque pays. Cela peut être difficile à cause des importantes variations dans le transport et dans les quantités commandées. Certains importateurs ne commanderont que quelques centaines de kilo alors que d'autres commandes porteront sur plusieurs centaines ou milliers de tonnes à la fois.

Pour toute commande donnée, déterminer si la commande toute entière ou une fraction bien définie de celle-ci constitue un lot aux fins des tests. Dans le cas d'un grand envoi constitué de plus d'un seul wagon ou fourgon, chacun d'entre eux peut être considéré comme un lot distinct. Si la définition est trop étroite, cela pourrait entraîner des coûts et une logistique de contrôles absolument prohibitifs, alors qu'une définition trop imprécise risque de déboucher sur une évaluation incorrecte dans les cas où l'iodate de potassium ne serait pas uniformément distribué dans l'envoi.

ÉTABLIR LES CRITÈRES ET LA TAILLE MINIMALE D'UN ÉCHANTILLON POUR DES RÉSULTATS ADÉQUATS

On retrouvera au Chapitre 9 quelques réflexions sur la taille des échantillons pour les contrôles sur le sel importé ainsi qu'un cas d'espèce.

VÉRIFICATION DU SEL – TITRAGE OU ANALYSES SOMMAIRES?

La décision d'avoir recours à la méthode de titrage, à des troussees d'analyse sommaire, ou à une combinaison des deux dépendra de la quantité du sel importé et des aptitudes à appliquer les méthodes de titrage. (Les méthodes pour tester le sel sont décrites avec plus de détails aux chapitres 10 et 11.) Dans les ports où de grandes quantités de sel sont importées, il serait raisonnable d'imposer la méthode du titrage ou une combinaison de la trousse et du titrage. Dans les lieux où le sel est importé en petites quantités, les troussees pourraient être utilisées avec des vérifications occasionnelles par titrage. Les pays devront décider d'un seuil quantitatif au-dessus duquel le titrage sera imposé et en-dessous duquel les troussees seraient acceptables. En outre, une décision serait nécessaire quant à la fréquence des analyses par titrage dans les petits ports, ex. une fois par mois.

ACTIONS DE SUIVI

Il doit y avoir une méthode pour certifier qu'un envoi de sel a passé l'inspection, comme par exemple un sceau de l'Administration des Douanes. Dans le cas des envois qui ne passent pas l'inspection, les mesures correctives doivent être cohérentes. Trois actions de suivi qui sont possibles :

- Le sel est renvoyé au fabricant. Cela est coûteux et dans bien des situations peut ne pas représenter une option pratique.
- Le sel peut être ré-iodé. Le pays importateur ne dispose pas toujours d'une installation pour ioder le sel, mais à longue haleine, il pourrait être souhaitable de créer au moins une petite installation.
- Le sel est accepté en dépit d'une teneur insuffisante en iode, mais un avertissement est envoyé à l'importateur. Dans ce cas, le sel peut être utilisé comme aliment malgré la faible teneur en iode, ou utilisé à des fins exclusivement industrielles (non alimentaires).

Liste de vérification pour l'établissement de contrôles sur le sel importé

- ☐ Créer une législation et une réglementation connexe qui couvriraient le sel importé et stipuleraient le minimum admis pour la teneur en iode OU imposer l'iodation ou la ré-iodation du sel dans le pays lui-même.
- ☐ Identifier les sites où le sel entre dans le pays.
- ☐ Identifier les organisations responsables des contrôles sur le sel importé.
- ☐ Sensibiliser les importateurs au sujet des TCI et de l'importance d'ioder tout le sel.
- ☐ Développer des procédures standardisées pour les organismes gouvernementaux de réglementation afin de s'assurer que les documents relatifs aux achats contiennent toutes les spécifications avant d'approuver les commandes.
- ☐ Développer des procédures standardisées pour les autorités responsables afin qu'elles inspectent le sel iodé qui est importé et qu'elles s'assurent qu'il satisfait les exigences.

CHAPITRE 5

ASSURANCE DE LA QUALITÉ INTERNE ET EXTERNE



INTRODUCTION

L'élément le plus critique d'un programme universel d'iodation du sel dans un pays consiste à s'assurer que tout le sel produit ou importé pour la consommation humaine ou animale est adéquatement iodé. Cette section offre de l'information sur les contrôles au niveau de la production. Par assurance de la qualité interne, on entend les procédures utilisées par celui qui produit ou transforme le sel pour s'assurer que son produit satisfait régulièrement ses propres exigences internes ainsi que les normes de l'État et de l'industrie. En complément à ce processus interne, l'inspection périodique du produit par l'organisme réglementaire de l'État est également nécessaire, un processus que l'on appelle l'assurance de la qualité externe, pour confirmer que les produits et procédés satisfont les normes du gouvernement. Les principes de l'assurance de la qualité interne et externe énoncés dans ce chapitre s'appliquent également au sel importé qu'il faut ioder ou ré-ioder.

Il est important de procéder à une analyse exhaustive de la situation du sel afin d'établir une liste des producteurs et importateurs, et pour comprendre le grand contexte dans lequel il faudra appliquer les contrôles (voir Chapitre 2). La définition des contrôles internes et externes et des exigences connexes sera également influencée par la législation et la réglementation nationales (voir Chapitre 3).

L'assurance de la qualité permet de vérifier que le procédé de fabrication est constant et que le niveau d'iodation est adéquat et uniforme dans les produits dont on approuve l'expédition. L'uniformité est un aspect particulièrement important étant donné que les paquets de sel iodé de gros format sont souvent réempaquetés dans des sacs plus petits et que la consommation quotidienne de sel iodé est peu importante. Les données recueillies au niveau de la production peuvent être utilisées par le gouvernement pour surveiller la quantité, la qualité, les coûts de production, et la distribution du sel iodé.

L'aptitude des producteurs à procéder à l'assurance de la qualité dépendra dans une grande mesure de la disponibilité d'effectifs compétents pour appliquer les procédures. Alors que les petits producteurs n'ont parfois que de justesse la capacité de vérifier leurs équipements et d'effectuer périodiquement des analyses semi-quantitatives du sel, il arrive que les grands producteurs disposent de tout un service bien distinct pour l'assurance de la qualité. Tous les producteurs devraient faire valider leur procédé de miction et effectuer leurs analyses quantitatives du sel dans un laboratoire de titrage.

Les concepts et les registres d'échantillon présentés dans ce chapitre peuvent s'appliquer aux petits, aux moyens et aux grands producteurs. Il n'existe sans doute pas de lignes directrices exactes pour classer les producteurs, mais l'on suggère un classement sur la base de la production annuelle exprimée en tonnes de sel comme suit :

Usine de production	Production annuelle (tonnes/an)
Petit	Moins de 1 000 tonnes
Moyen	1 000–4 900 tonnes
Grand	5 000 tonnes ou plus

Les principales différences dans le contrôle de la qualité entre les petits et les grands producteurs sont la fréquence des mesures et la complexité des méthodes de laboratoire et d'analyse.

DIFFÉRENCE ENTRE ASSURANCE DE LA QUALITÉ ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ*

L'**assurance de la qualité** est un concept très vaste qui couvre toutes les questions qui influencent individuellement ou collectivement la qualité d'un produit. Elle s'applique à l'équipement, à la conception du produit, aux fournitures et à la logistique, à la gestion et au perfectionnement des ressources humaines, et à tous les éléments destinés à garantir que les produits sont d'une qualité qui correspond à l'utilisation qui leur est destinée.

Le «**contrôle de la qualité**» représente l'aspect des Bonnes pratiques de fabrication qui concerne l'échantillonnage, les spécifications et les tests, ainsi que l'organisation, la documentation, et les procédures d'autorisation qui garantissent que les tests nécessaires et pertinents sont réellement effectués et que l'on n'autorise pas l'utilisation de matières, ni la vente ou la fourniture de produits, sans avoir établi que leur qualité est jugée satisfaisante. Le contrôle de la qualité ne se limite pas à des opérations de laboratoire, mais il doit plutôt intervenir dans toutes les décisions pouvant concerner la qualité du produit.

* Définition tirée des *Bonnes pratiques de fabrication pour les produits pharmaceutiques* de l'Organisation mondiale de la santé (PHARM/90.129/Rev.3a).

L'IODATION DU SEL

Tant le procédé que le produit fini de l'iodation du sel requièrent des contrôles. Pour dresser convenablement un plan exhaustif de contrôle, il est important de comprendre les procédures de base utilisées dans le processus d'iodation, ainsi que les différences dans les procédures utilisées par les petits, les moyens et les grands producteurs. Le processus fondamental de fortification du sel avec de l'iode est relativement simple, mais un certain nombre d'étapes doivent être suivies pour s'assurer d'une bonne production de qualité constante.

Techniques d'iodation du sel

On fortifie le sel en y ajoutant de l'iodate de potassium en solution liquide (méthode humide) ou sous forme de poudre (méthode sèche). Selon la méthode humide, l'iodate de potassium est dissout dans de l'eau pour obtenir une solution à 4 % (poids), c'est-à-dire 4 kg d'iodate de potassium mélangés à 96 kg (ou litres) d'eau pour obtenir en fin de compte une solution de 100 kg (ou litres). Cette solution est uniformément aspergée sur le sel.

Le succès de l'iodation selon la méthode humide dépend d'un déroulement constant et ininterrompu du sel et d'un jet uniforme de la solution. L'évaporation de la solution d'iodate et l'obstruction par encroûtement du bec du gicleur peuvent altérer le processus de mixtion.

Selon la méthode sèche, l'iodate de potassium est d'abord mélangé avec du sel et avec un agent anti-agglutinant comme le carbonate de magnésium pour former un «pré-mélange». Le pré-mélange est ensuite combiné au sel dans un malaxeur continu à un taux constant, ordinairement pendant 10 à 15 minutes. Le pré-mélange est souvent caractérisé par la formule suivante :

Sel	90 %
Agent anti-agglutinant	9 %
Iodate de potassium	1 %
	<hr/> 100 %

Le succès de la méthode sèche dépend de l'uniformité du pré-mélange et de la constance du malaxage.

Teneur en iode

L'OMS recommande une dose quotidienne minimale d'iode qui se situe à entre 100 et 300 microgrammes. Il n'existe pas de prescription universelle quant à la teneur en iode dans le sel. De nombreux facteurs doivent être pris en considération pour établir la teneur recommandée au niveau de la production, et les quantités effectivement utilisées devront être décidées par les autorités nationales compétentes. Les lignes directrices OMS/UNICEF/ICCIDD estiment ces niveaux en fonction du climat et de la consommation quotidienne de sel par habitant :

Table 5-1

Teneur en iode dans le sel recommandée par l'OMS/UNICEF/ICCIDD*

NOTE

Milligrammes au kilo (mg/kg) = microgrammes au gramme, ?????????
grammes à la tonne
168,6 mg d'iodate de potassium* = 100 mg d'iode

*Les spécifications sur la qualité de l'iodate de potassium sont données à l'Appendice 5-2.

MILLIGRAMMES D'IODE PAR KILO DE SEL (C.-À-D. µg/g, mg/kg, g/tonne)

Requise à l'usine hors du pays	Requise à l'usine dans le pays
-----------------------------------	-----------------------------------

CONDITIONNEMENT

Climat et dose quotidienne de consommation de sel par habitant (g/tête)	Paquets en vrac	Sacs au détail (< 2 kg)	Paquets en vrac	Sacs au détail (< 2 kg)
Chaud et humide				
5 g	100	80	90	70
10 g	50	40	45	35
Chaud et sec ou frais et humide				
5 g	90	70	80	60
10 g	45	35	40	30
Frais et sec				
5 g	80	60	70	50
10 g	40	30	35	25

* tiré de *Iodine and Health: eliminating iodine deficiency disorders safely through salt iodization*; (WHO/NUT/94.4) OMS, Genève, 1994.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ INTERNE

En matière de contrôles internes, il est essentiel d'apprendre ce qui suit :

- Si les mesures de contrôle de la qualité interne garantissent que les normes de l'industrie sont satisfaites, et si le procédé d'iodation du sel se déroule efficacement
- Si des ajustements au procédé d'iodation sont nécessaires
- Si la production est adéquate pour garantir que les besoins en sel iodé sont satisfaits dans l'agrégat de la population globale.

INDICATEURS CLÉS

- Nombre de tonnes de sel produites
- Nombre de tonnes de sel iodé produites
- Chiffres sur les ventes de sel iodé
- Pourcentage du sel alimentaire qui est réputé iodé
- Pourcentage du sel alimentaire qui est effectivement iodé (conformément aux normes de l'industrie en termes de teneur en iode, de conditionnement et d'étiquetage)
- Efficacité du processus des contrôles internes

COLLECTE, ANALYSE ET SIGNALEMENT DES DONNÉES (RAPPORTS)

- Rapports de routine : contrôles de qualité continus
- Registres ouverts aux inspecteurs du gouvernement

MESURES DE SUIVI

- Définition de lignes directrices pour les procédures de contrôles internes
- Affectation d'effectifs aux tâches de contrôle de la qualité
- Définition de lignes directrices relatives aux mesures correctrices
- Amélioration des procédés de production, y compris les méthodes d'iodation, le conditionnement et l'étiquetage

SECTEURS IMPLIQUÉS

- Secteur privé : dans la plupart des cas, les producteurs individuels assument cette responsabilité. Les petits producteurs pourraient former des coopératives et confier par contrat à des services compétents la tâche de contrôler leur sel.

Collaboration entre les secteurs public et privé

De concert, les autorités et les producteurs de sel iodé pourraient établir un système qui livre une rétroaction continue pour l'amélioration de la qualité. Ce système devra être conçu de façon à :

- Aider les producteurs de sel iodé et de substances intermédiaires (matières premières et pré-mélange) à raffiner leurs procédés afin de réduire les risques de dégradation de l'iode et de malaxage inefficace, et d'améliorer l'uniformité du produit.
- Créer une tribune technique pour rassembler l'industrie du sel, les organismes de réglementation, et les distributeurs afin de discuter de l'amélioration continue de la qualité des opérations de fortification des aliments.
- Servir d'outil de régulation pour l'application exécutoire des normes de fortification des aliments.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ INTERNE CHEZ LES MOYENS ET GRANDS PRODUCTEURS

Du sel convenablement iodé (selon les normes de l'État et de l'industrie) – conditionné comme il faut et expédié dans des délais raisonnables – atteindra ordinairement le consommateur en ayant toujours une teneur adéquate en iode. C'est pourquoi les procédures de contrôle de la qualité durant la production sont critiques. La fabrication d'un produit de qualité requiert une soigneuse attention à de nombreux détails à tous les niveaux, de l'achat des équipements et des fournitures jusqu'à la constance des résultats durant toutes les étapes de la production.

Procédés de raffinage et d'iodation du sel

Les moyens et grands producteurs ont ordinairement recours à un procédé **en continu** pour l'iodation du sel du fait que la maximisation des résultats nécessite des équipements complexes. Durant ce processus, le sel se déplace sur un tapis roulant ou un système de transfert hélicoïdal, et une solution d'iodate de potassium est aspergée régulièrement sur le sel. Le plus souvent, l'iodate de potassium est ajouté sous forme liquide, mais la forme solide est également utilisée par certains producteurs. Si le sel est grumeleux, il faut d'abord l'écraser et le raffiner davantage avant le malaxage.

Une description et les coûts approximatifs de l'équipement nécessaire pour un traitement en continu sont indiqués à la Table 5-2.

La Division des approvisionnements de l'UNICEF à Copenhague a publié une lettre d'information qui donne les prix des équipements. On peut obtenir davantage de renseignements par l'intermédiaire des bureaux de l'UNICEF dans les divers pays en s'adressant à la Division des approvisionnements de l'UNICEF : a/s de l'agent des achats, eau et systèmes sanitaires, UNICEF, UNICEF Platz, Freeport, DK-2100 Copenhague, Danemark, Tél. : +45 35 273025, télécopieur : +45 35 269421.

Table 5-2**Équipements utilisés dans le traitement en continu**

Équipement/ activité	Description	Coût (\$US)
Malaxeur	Convoyeur pour déplacer une quantité donnée de sel à une certaine vitesse, pourvu d'appareils pour retourner le sel et y mélanger l'agent de fortification. Bien que les malaxeurs ne soient pas portatifs, il est possible d'acheter de petites unités mobiles par l'intermédiaire de l'UNICEF.	10 000–100 000
Fortifiant	Récipient qui contient et dispense une quantité donnée d'agents fortifiants à un rythme déterminé, qui peut être synchronisé ou pas avec le convoyeur. Le fortifiant est dispensé en doses prédéterminées pour l'incorporer de façon homogène au sel.	500–5 000
Balance	Appareil pour peser l'agent fortifiant; les balances mécaniques sont préférables aux balances électroniques.	200–500
Contenants calibrés (remplaceraient la balance)	Comme solution de rechange, on peut utiliser des contenants calibrés pour mesurer l'agent fortifiant.	20–50
Maintenance préventive	L'effectif de l'entretien, les pièces de rechange (tels les gicleurs)	10 % du coût initial par an

SURVEILLANCE DU PROCESSUS DE PRODUCTION

Le contrôle de la qualité de l'iodation du sel est un véritable défi. Le processus de malaxage continu doit être validé, il doit y avoir des contrôles sur la teneur en iode durant la production (surveillance en cours de

production), et des échantillons doivent être prélevés périodiquement en bout de ligne pour contrôler les niveaux d'iode dans le produit fini. Toutes ces étapes requièrent une assurance de la qualité. Une explication détaillée de chaque étape apparaît ci-dessous.

Table 5-3**Étapes de l'assurance de la qualité interne pour les moyens et grands producteurs**

Étape	Responsable(s)	Fréquence
1. Acheter des équipements et fournitures de qualité	Propriétaire	Régulière
2. Inspecter l'équipement.	Chef de production	Deux fois par jour
3. Valider le procédé de malaxage.	Effectif du contrôle de la qualité	Annuellement
4. Contrôler durant la production.	Effectif de production	Toutes les heures (trousse d'analyse sommaire); moins fréquemment (par titrage)
5. Contrôle du produit fini.	Effectif du contrôle de la qualité	Quotidiennement, par lots
6. Enregistrer les données.	Tous	Formules de contrôles quotidiens; sommaires hebdomadaires

Étape 1. Acheter des équipements et des fournitures de qualité.

Les producteurs doivent s'assurer que l'équipement qu'ils achètent pour l'iodation est d'une qualité suffisamment élevée pour donner une performance constante. De cette façon, ils éviteront les problèmes mécaniques qui contribuent à des variations de teneur en iode dans le sel produit. Parmi les fournitures à acheter, mentionnons un sel d'un degré spécifié de pureté, des emballages conformes aux spécifications du producteur, et de l'iodate d'une qualité sûre. Les fournitures doivent être entreposées convenablement pour éviter la contamination ou les pertes anormales d'iode avant le malaxage. Cela est particulièrement important lorsque les fournitures sont achetées en grosses quantités.

Étape 2. Inspecter régulièrement l'équipement de traitement.

Lorsque de grosses quantités de sel iodé sont produites rapidement, tant la fréquence que la précision des contrôles durant la production est critique pour garantir une teneur adéquate et constante d'iode. Pour le procédé de giclement, plus particulièrement, il est capital de disposer d'une réserve adéquate de gicleurs de rechange et de les inspecter quotidiennement pour s'assurer d'un giclement constant.

Étape 3. Valider le procédé de malaxage continu pour garantir une mixtion constante et uniforme.

Le procédé de malaxage continu doit garantir que le sel est iodé uniformément – c'est-à-dire que tout échantillon de sel prélevé aura la même teneur en iode. Pour valider un procédé de malaxage continu, il faut contrôler de trois à dix lots, en choisissant un lot toutes les 15 minutes, tout en maintenant la vitesse constante du convoyeur ou de l'axe hélicoïdal et un ajout constant de l'agent de fortification en iode. De cette façon, la vitesse idéale du convoyeur et le taux auquel est ajouté l'iodate peuvent être déterminés.

Le taux de variation acceptable dépendra de la capacité mécanique du malaxeur; des variations allant jusqu'à 5 % pourraient refléter les limitations des machines. Un étalement des valeurs de plus ou moins 10 % devrait être acceptable. Une intervention immédiate (ex. calibrage) est nécessaire si la teneur en iode constatée dans les échantillons varie de plus de 10 % par rapport à la cible. Dans des conditions idéales, on considérera que la validation des conditions optimales de fonctionnement est effectivement achevée lorsque la valeur moyenne durant une journée donnée ne diffère pas de plus de 2 % par rapport à la valeur cible et que l'écart type relatif (ETR) est de 3 % ou moins. (L'écart type relatif est le quotient de l'écart type de l'échantillon divisé par la moyenne statistique de l'échantillon.)*

Si ce processus n'est pas validé à son niveau optimal, des écarts en résulteront et le sel produit aura une teneur en iode qui variera considérablement. Cela peut devenir problématique ultérieurement, au moment d'établir si la faible teneur constatée dans les échantillons prélevés dans les ménages est attribuable à la décomposition, à des matières d'emballage inadéquates, ou à des variations au niveau du traitement.

Étape 4. Contrôler les niveaux d'iode durant la production.

Pour éviter la production de grandes quantités de sel inférieure à la norme, les grands producteurs devraient continuellement surveiller la teneur en iode du sel en cours de production, par des prélèvements d'échantillons à intervalles réguliers dans la ligne de production. Des tests ponctuels peuvent être effectués au moins à toutes les heures, avec confirmation par titrage toutes les deux heures, selon l'importance du producteur.

Un graphique de contrôle comme celui qui apparaît à la Figure 5.1 ci-dessous peut être utilisé pour inscrire les données de ces contrôles en cours de production. Les limites de contrôle supérieures et inférieures représentent la variation normale du système de traitement, et non pas le maximum et le minimum idéal pour le produire. En connaissant les limites du système, il est facile d'identifier les valeurs des échantillons qui se trouveront en dehors de ces limites de contrôle et ainsi agir rapidement pour corriger les erreurs du processus. Les calculs utilisés pour créer un graphique de contrôle sont présentés à l'appendice 5-3. À noter que lorsque l'on utilise une trousse de tests ponctuels, les calculs sont différents de ceux que l'on utilise pour le titrage. Là où le titrage n'est pas disponible, le test ponctuel semi-quantitatif ne donnera qu'une estimation des mg/kg.

Les grands producteurs devraient avoir la capacité, et pourraient être tenus, de créer un laboratoire de titrage (voir chapitre 11). L'analyse quantitative peut être effectuée sur des échantillons de sel prélevés durant la production et un CEQL (contrôle par échantillonnage de la qualité des lots) peut être fait avant d'expédier la marchandise.

Étape 5. Contrôler le sel prêt pour la distribution.

Les producteurs contrôlent la qualité de leur produit fini en prélevant des échantillons pour s'assurer que chaque lot a la bonne concentration d'iode. Des procédures d'échantillonnage correctes et la détermination exacte de la dimension des lots sont des éléments importants. (Voir aussi chapitre 9.)

Si les résultats du produit fini sont différents de ceux des tests en cours de production, cela indique soit que le plan d'échantillonnage n'est pas approprié pour une identification des variations en cours de processus, soit que la procédure des tests n'est pas exacte. Pour découvrir celui des facteurs qui est plus particulièrement responsable des variations dans le processus, on pourra tester au laboratoire des échantillons prélevés en cours de production que l'on aura conservés et l'on pourra comparer les résultats. Cinq spécimens des échantillons conservés devraient être testés selon chacune des méthodes (titrage et tests ponctuels) en parallèle. Si les résultats montrent un écart égal à ou plus grand que 10 mg/kg pour la méthode de titrage, le processus de malaxage doit être amélioré. Si les résultats montrent une variation de moins de 10 mg/kg pour la méthode de titrage, mais une différence de plus de 10 mg/kg entre les deux méthodes, alors les méthodes et les procédures des tests auront besoin d'être améliorées.

Figure 5-1

Spécimen de graphique de contrôles pour la surveillance en cours de production

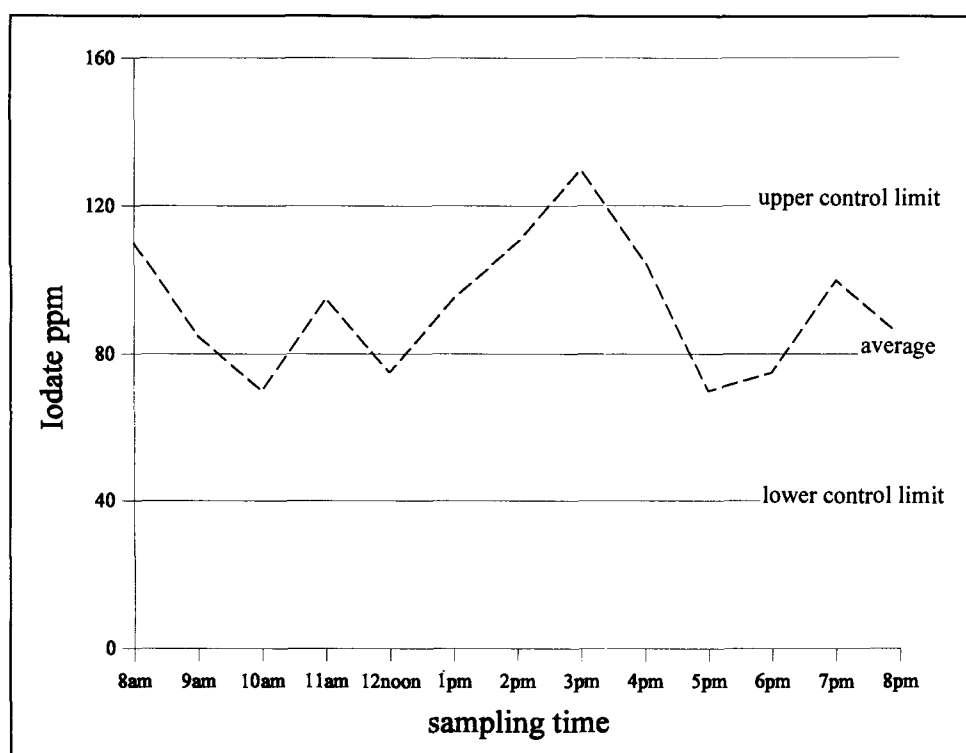


Table 5-4

Équipement pour la transformation en vrac

Équipement/activité	Description	Coût (\$US)
Malaxeur	Récipient pour contenir une quantité donnée de sel, doté d'appareils qui le font tourner ou qui permettent à son contenu de tourner à l'intérieur et de se mélanger de façon égale avec l'agent fortifiant. Il peut fonctionner mécaniquement ou manuellement.	500-1 500
Balance	Appareil pour peser le sel et l'agent fortifiant; les balances mécaniques sont préférables aux électroniques.	200-500
Contenants calibrés (remplaceraient la balance)	Facultativement, des contenants calibrés permettraient de se dispenser de la balance.	20-50
Maintenance préventive	Main-d'oeuvre (effectif de l'entretien), pièces de rechange	10 % du coût initial/an

On peut communiquer avec le bureau des achats de l'UNICEF pour obtenir les prix courants des divers équipements et pièces.

Étape 6. Tenir des registres de contrôle adéquats.

On pourrait exiger des producteurs qu'ils remettent aux autorités des rapports mensuels ou semi-annuels sur leurs procédures d'assurance de la qualité. De tels documents devraient toujours être disponibles pour des examens périodiques. Les inspecteurs du gouvernement pourraient souhaiter examiner ce qui suit :

- les registres de maintenance et d'inspections, les rapports de validation
- les registres de la surveillance en cours de production et les graphiques de contrôle
- les données sur le contrôle de la qualité du produit fini.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ INTERNE CHEZ LES PETITS PRODUCTEURS

PROCÉDÉS DE RAFFINAGE ET D'IODATION DU SEL

Il est plus difficile pour les petits producteurs d'établir des procédures de contrôle de la qualité. Dans certains cas, un petit producteur n'exploite qu'une entreprise extrêmement limitée, avec un petit nombre d'employés et une marge de profit trop exiguë pour lui permettre de créer un laboratoire de contrôle de la qualité ou d'affecter du personnel aux contrôles internes. Les procédures spécifiques de contrôle de la qualité dépendront de la capacité de production et des règlements que le gouvernement imposera à d'aussi petits producteurs. Néanmoins, le sel iodé produit doit en définitive satisfaire les normes du gouvernement. Les procédures exposées ici décrivent une situation idéale et elles devront être modifiées pour se conformer au contexte national.

Les petits producteurs utilisent ordinairement un procédé de traitement par lots pour ce qui est de l'iodation du sel car les coûts d'équipement sont moins élevés, le procédé est plus simple, et il est possible d'ioder des quantités de sel plus petites. La production quotidienne selon le procédé par lots est restreinte, mais les conditions pour la surveillance et le contrôle du processus de malaxage sont très bonnes. Des quantités précises de sel et d'iodate de potassium sont mélangées pour une durée prédéterminée dans un malaxeur. Après le malaxage, l'iodate de potassium est sensé être également distribué dans le lot, garantissant ainsi que tout échantillon prélevé dans le lot révélera la même teneur prescrite d'iode. L'équipement habituellement nécessaire pour la production par lots est présenté à la Table 5-4.

Table 5-5

Étapes de l'assurance de la qualité interne chez les petits producteurs

Étape	Responsable	Fréquence
1. Acheter de l'équipement et des fournitures de qualité.	Propriétaire	Régulière
2. Inspecter l'équipement.	Effectif	Quotidienne
3. Valider le processus de malaxage.	Effectif affecté au CQ	Deux fois par an
4. Surveiller la production.	Effectif affecté au CQ	À chaque heure ou deux
5. Vérifier le produit.	Gérant	Quotidienne, par lots
6. Inscrire les données.	Tous	Graphiques des contrôles quotidiens; sommaires mensuels

SURVEILLANCE DU PROCESSUS DE PRODUCTION

Étape 1. Acheter de l'équipement et des fournitures de qualité.

Les petits producteurs doivent veiller à ce que l'équipement acheté pour l'iodation soit d'une qualité suffisante pour donner des résultats uniformes. Ils doivent se tenir au courant de la qualité du sel qu'ils traitent et du matériel de conditionnement qu'ils achètent.

Étape 2. Inspecter l'équipement de malaxage des lots, les appareils de pesée et l'aire d'entreposage de l'iodate de potassium.

Le plan de surveillance des producteurs doit inclure l'inspection quotidienne des aires d'entreposage et de l'équipement d'iodation, sans oublier les inspections des registres de contrôle et de la maintenance effectuée.

Étape 3. Effectuer la validation du procédé de malaxage des lots pour s'assurer d'une miction uniforme.

Les procédures décrites ci-dessous pour la validation du procédé de malaxage ne seraient peut-être pas très réalistes pour les très petits producteurs qui ne disposent pas de laboratoire adéquat ou de personnel compétent. Dans ces cas là, une surveillance très étroite du produit fini avec des trousse d'analyse du sel devient très importante.

Les procédures de validation garantissent que le procédé de malaxage demeure le même d'un lot à l'autre. Étant donné que les malaxeurs ont des formes et des capacités différentes, la durée du malaxage doit être validée et maintenue pour chaque malaxeur. Le traitement par lots peut être validé, c.-à-d. la durée du malaxage établie, en prélevant des échantillons dans au moins trois à dix lots. Pour vérifier s'il y a des recoins où le malaxage ne se fait pas bien, des échantillons sont recueillis d'au moins cinq endroits différents dans le malaxeur. La démonstration que le malaxage est adéquat et uniforme est faite lorsqu'il y a très peu de variations de teneur en iode dans les échantillons prélevés.* Idéalement, les tests doivent se faire selon la méthode du titrage, mais si elle n'est pas disponible, les trousse d'analyse sommaire livreront une estimation semi-quantitative. La durée de malaxage qui donnera une miction adéquate pourra être retenue pour les lots ultérieurs. Les procédures de validation doivent être répétées tous les six mois.

* Même si la plupart des petits producteurs n'auront sans doute pas la capacité d'établir avec précision l'importance des écarts dans les échantillons, un échantillonnage adéquat doit quand même être fait pour établir le degré de malaxage le plus correct possible. Lorsque l'écart dans la teneur en iode de tous les échantillons est de moins de 2 % par rapport à la cible (ex. 100 mg/kg) et que l'écart type relatif (ETR) est égal ou inférieur à 3 %, on peut considérer la miction comme homogène, et les paramètres utilisés pour obtenir ce résultat peuvent servir régulièrement pour les lots ultérieurs.

Figure 5-2

Spécimen de formule de validation du procédé de malaxage à sec

Entreprise :		Établissement :	
Numéro du lot :		Dimensions du lot :	
Normes de l'iodate= mg/kg		N° de proc. de malaxage :	
Date du malaxage :		Durée du malaxage :	
Échantillon N°	Iodate (estim. mg/kg)	Effectué par	Vérifié par
1			
2			
3			
ETC.			
Conclusion :		<input type="checkbox"/> Accepté <input type="checkbox"/> Rejeté	
Recommandations :			
Chef de la production :			

Étape 4. Contrôler le sel en cours de production.

Une fois que le procédé de malaxage a été validé et que l'iodation est devenue une activité de routine, des échantillons devraient être testés régulièrement durant la production pour s'assurer que d'éventuelles pannes d'équipement ou des erreurs humaines n'entraîneront pas la production d'un sel mal iodé. L'effectif affecté au contrôle de la qualité doit dresser un plan d'échantillonnage avec consignation de la date et de l'heure de l'échantillonnage, la catégorie du sel, la fréquence de l'échantillonnage, le numéro du lot, le numéro de l'échantillon, le personnel responsable, le test à effectuer, les normes, et l'écart toléré.

Les contrôles «en cours de production» devraient être faits toutes les heures ou aux deux heures en utilisant des tests ponctuels semi-quantitatifs. Idéalement, les tests ponctuels doivent être confirmés périodiquement par des méthodes de titrage qui sont plus quantitatives (voir Chapitre 11) lorsqu'on dispose d'un laboratoire, ou en confiant la tâche à des laboratoires privés ou à ceux du gouvernement.

Les tests ponctuels semi-quantitatifs peuvent être faits avec une simple trousse portative. La trousse actuellement disponible a une sensibilité permettant d'estimer des teneurs en iode de 0, 7,5, 15 et 30 mg/kg, tel que cela est décrit en détail au Chapitre 10.

Si un lot de sel est mal iodé, le lot devra être ré-iodé et réanalysé avant d'être mis en circulation. On doit enquêter sur les causes d'une telle «perte de contrôle» et résoudre promptement le problème. Comme dans le cas des grands producteurs, un graphique de contrôle peut être utile pour consigner les résultats des tests en cours de production.

Étape 5. Contrôler le sel prêt à être distribué.

En plus de contrôler la qualité du sel durant la production, la qualité du produit fini doit être vérifiée avant d'expédier les lots. Le producteur doit se faire garantir que chaque lot expédié satisfait les normes de qualité. Le sel qui reste à l'usine plus d'un mois avant sa distribution doit être réanalyser.

Les échantillons sont recueillis quotidiennement des lots en cours de production et testés pour s'assurer qu'il n'y a pas de trop grands écarts entre eux. Les producteurs devront définir ce qui constitue un lot dans le cas de leur usine, mais cela peut également représenter une commande passée par un grossiste, la charge d'un camion ou un nombre particulier de sacs de 50 à 75 kg. Selon les dimensions et le nombre des lots à expédier, des méthodes d'échantillonnage pour l'assurance de la qualité des lots (voir Chapitre 9) pourraient s'avérer nécessaires pour s'assurer que chaque lot est adéquatement iodé. Les tests peuvent être faits par des méthodes semi-quantitatives ou par titrage, bien que la confirmation par titrage soit préférable.

Étape 6. Consigner fidèlement les résultats des contrôles.

Tous les producteurs devront tenir des registres adéquats des résultats de leurs contrôles. Par conséquent, il est capital de faire participer les producteurs à la préparation du plan de contrôle et aux comités nationaux qui supervisent les efforts d'iodation du sel dans le pays. Faire partie intégrante de l'effort d'élimination des TCI encouragera certainement les intéressés à consigner fidèlement les résultats de contrôle.

Les responsables de la production et du contrôle de la qualité devraient conserver tous les documents et registres utilisés pour consigner les étapes de la préparation du pré-mélange, de la fortification du sel, des tests en cours de production, et des tests sur le produit fini. Ces documents devraient être tenus dans l'ordre chronologique et conservés pendant au moins 24 mois après la préparation d'un lot. Les graphiques de contrôle illustrant l'écart (estimation en mg/kg), aussi bien pour les contrôles en cours de production que du produit fini, devraient être affichés et mis à jour à mesure que l'information est recueillie. Ces documents devraient être tenus à la disposition de l'organisme compétent – chargé de contrôler le respect des normes de l'État sur les produits (contrôles externes). L'organisme en question requerra sans doute ce qui suit :

- rapports de validation et registres de maintenance et d'inspection des équipements
- résultats des tests ponctuels en cours de production et graphiques de contrôle
- tests sur le produit fini et tout éventuel titrage de confirmation effectués par d'autres laboratoires.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ EXTERNE

En matière de contrôles externes, il est essentiel de savoir ce qui suit :

- Si les contrôles de qualité interne se déroulent convenablement
- Si les registres indiquent que les paramètres sont régulièrement validés et que les normes de l'État sont toujours satisfaites
- Si des tests indépendants confirment les rapports du producteur
- Si l'équipement est convenablement maintenu pour assurer une iodation adéquate.

INDICATEURS CLÉS

- Proportion de sel adéquatement iodé à l'inspection externe
- Présence de sel iodé sur le marché
- Efficacité du processus des contrôles externes

COLLECTE, ANALYSE ET SIGNALEMENT DES DONNÉES (RAPPORTS)

- Inspection externe des usines
- Évaluation des ventes et rapports commerciaux
- Examens réguliers des rapports périodiques des producteurs
- Analyses périodiques des échantillons des producteurs

INTERVENTIONS ET SUIVI

- Formulation (en collaboration) ou application de règlements d'assurance de la qualité externe
- Apposition d'un sceau ou d'un logo de conformité comme indice d'une assurance de qualité adéquate
- Application exécutoire des règlements lorsque les normes ne sont pas satisfaites

SECTEURS INTÉRESSÉS

- Bureau des normes
- Ministère de la Santé ou de l'Agriculture (bureaux de la sûreté des aliments)

ASSURANCE DE LA QUALITÉ EXTERNE

L'organisme gouvernemental habilité à procéder aux contrôles de qualité externe dans les installations de production devra dresser un plan de contrôles périodiques de toutes les usines. Même si les contrôles externes se concentrent sur les grosses entreprises, certaines modalités s'appliqueront à tous les producteurs. La fréquence de ces contrôles dépendra de la situation nationale, mais ils doivent être adéquats pour garantir que tout le sel qui arrive sur le marché satisfait les normes de l'État. Les contrôles externes devront augmenter en fréquence lorsque la surveillance du produit au niveau des ménages ou des commerces de détail révélera que certains produits ne satisfont pas les normes. Les procédures de contrôle de la qualité externe sont analogues à celles de la surveillance du produit fini dans l'industrie.

Étape 1. Examiner la législation et la réglementation.

Tant les lignes directrices que les pouvoirs exécutaires devront être clairement énoncés dans la législation et la réglementation (voir Chapitre 3).

Étape 2. Dresser un plan de contrôle.

Il est difficile de définir des lignes directrices fixes pour les procédures de contrôle externe. Selon le nombre et la taille des producteurs qui iodent du sel, l'organisme d'État chargé des inspections devra dresser un plan global qui précisera :

- la fréquence des contrôles
- la méthode d'établissement d'un calendrier d'inspection des producteurs
- les méthodes utilisées et les personnes responsables à chaque étape
- les mesures correctives à prendre.

Ce plan sera dressé en collaboration avec les producteurs afin qu'ils comprennent le processus et les conséquences d'un non respect des normes gouvernementales. Le système de surveillance devra comporter un équilibre des pouvoirs pour en éviter l'abus.

Étape 3. Dresser la liste des producteurs à contrôler.

Selon les ressources dont dispose le gouvernement, le nombre et la distribution des producteurs, et selon les capacités de l'organisme responsable, les contrôles centralisés couvriront habituellement la plupart des gros producteurs. Pour ce qui est des moins gros, il y a l'option de procéder à des contrôles à l'échelle provinciale ou au niveau des districts, avec un signalement des inefficacités à l'administration centrale.

Étape 4. Surveiller les producteurs.

Dans les situations où il y a relativement peu de gros producteurs (ou importateurs), les contrôles externes pourraient se faire tous les mois jusqu'à ce que les normes commencent à être satisfaites. La fréquence des contrôles externes dépendra de la qualité du sel qui arrive sur le marché, du nombre des producteurs, de la disponibilité d'inspecteurs du gouvernement, et

Table 5-6

Étapes de l'assurance de la qualité externe

Étape	Responsable(s)	Fréquence
1. Examiner la législation et réglementation	Comité national	Annuelle
2. Dresser un plan de surveillance	Effectif de l'organisme de réglementation	Une fois pour toute, à mettre à jour si nécessaire
3. Dresser une liste des producteurs à surveiller	Effectif de l'organisme de réglementation	Annuelle (en fonction de l'analyse de la situation)
4. Surveiller les producteurs	Inspecteurs de l'administration centrale et des districts	Au besoin
5. Consigner les données	Inspecteurs de l'administration centrale et des districts	Sommaire mensuel
6. Introduire des procédures exécutoires	Organismes aux pouvoirs exécutoires	Au besoin

des fonds disponibles. À mesure que les programmes évoluent, la fréquence des contrôles devrait se réduire, à condition que le sel sur le marché commence à avoir une teneur adéquate en iode.

LES CARACTÉRISTIQUES CLÉS À SURVEILLER COMPORTERONT NOTAMMENT :

- la quantité de sel produit et les chiffres de vente
- la capacité de production de l'usine
- les registres du contrôle de la qualité en cours de production et du produit fini
- les méthodes d'échantillonnage et le nombre d'échantillons prélevés pour les contrôles
- normes et valeurs limites des contrôles
- techniques de laboratoire utilisées
- registres de la maintenance, y compris du système de gicleurs
- procédures de conditionnement et de transport
- pratiques d'entreposage.

Étape 5. Consigner les données.

Il faut tenir des registres soignés pour garantir l'équité et la fidélité des contrôles externes. Dans certains cas, il peut être utile d'intégrer ce processus dans les registres afin que les consommateurs soient conscients de la qualité des produits qu'ils achètent.

Les résultats de tous les contrôles externes devraient être transmis aux producteurs. Les producteurs dont les résultats sont uniformément de qualité devraient être reconnus et récompensés de façon appropriée, peut-être en leur présentant un prix de «meilleur fabricant de l'année».

Étape 6. Introduire des procédures exécutoires.

Il faudra définir des procédures exécutoires très nettes afin que les producteurs comprennent les conséquences d'une production de sel inférieure aux normes. De telles procédures pourraient prévoir notamment la confiscation de tout sel inférieur aux normes, l'élimination des incitatifs, la perte du permis, ou la fermeture de l'usine. Certains pays ont publié les résultats des contrôles externes dès les débuts des programmes d'iodation afin que les consommateurs puissent comparer les marques.

Figure 5-3

Spécimen de formule utilisée par les inspecteurs et les techniciens de la santé environnementale au Zimbabwe

District	Type d'installation	Type d'aliment	Nombre d'échantillons	Motifs d'échantillonnage	Résultats d'analyse	Mesure adoptée	Observations
ETC.							

APPENDICE 5-1

Normes et caractéristiques du sel iodé

- 1. Description :** Le sel doit être fait de cristaux solides ou de poudre, de couleur blanche, sans résidus visibles d'argile, de sable, de gravier ou d'autres corps étrangers. Une solution à 10 % dans l'eau doit être claire, sans couleur, et sans réaction chimique évidente.
- 2. Humidité :** Le sel ne doit pas contenir plus de 4 % d'humidité (poids) lorsque analysé par les méthodes de dessiccation recommandées par l'OMS.
- 3. Taille des particules :** Pour ce qui est du gros sel, un minimum de 95 % du gros sel doit passer à travers un tamis standard de 4 mm.
- 4. Substances insolubles dans l'eau :** Les substances insolubles dans l'eau ne doivent pas dépasser 0,2 % (poids).
- 5. Teneur en chlorure :** Au moins 97 % exprimée comme NaCl sur une base humide ou sur une base «tel quel».
- 6. Impuretés solubles :** Le magnésium, exprimé sous forme de chlorure de magnésium, ne doit pas dépasser 0,5 %.
- 7. Teneur en iode :** Le composé utilisé devrait être de l'iodate de potassium (KIO_3). L'écart prévu de 80–120 mg/kg à l'usine.
- 8. Conditionnement :** Le conditionnement doit se faire dans des sacs de polypropylène tissé ou dans des sacs de jute propres jamais utilisés. Toutefois, pour la vente au détail, le sel doit être mis dans des sacs de polyéthylène.
- 9. Étiquetage :**
 - Désignation : SEL IODÉ (lettrage uniforme)
 - Nom du fabricant ou de l'entreprise de conditionnement
 - Numéro du lot
 - Date d'expiration ou mention «meilleur avant» telle date
 - Poids net
 - Composé d'iode utilisé – IODATE DE POTASSIUM
 - Teneur en iodate de potassium (mg/kg).
- 10. Entreposage et transport :** Pour réduire au minimum les pertes inévitables d'iode durant l'entreposage, le transport, ou la vente de gros ou au détail, le sel ne devrait pas être exposé aux conditions suivantes :
 - forte lumière ou soleil
 - forte chaleur ou humidité élevée
 - pluie
 - diverses formes de contamination (poussière et substances chimiques)
 - mélange avec du sel non iodé
 - mauvaises conditions d'entreposage (manque d'aération); veiller à un bon roulement des stocks.

APPENDICE 5-2

Spécifications de la qualité de l'iodate de potassium

Pour l'iodation du sel, l'iodate de potassium doit être de qualité alimentaire et conforme aux normes suivantes :

- 1. Apparence physique :** Poudre cristalline blanche ou quasi blanche
- 2. Particules retenues** (crible BS à mailles N° 100) : 5 % max.
- 3. Solubilité :** Soluble dans 30 parties d'eau
- 4. Réaction :** En solution à 5 % dans l'eau, doit être neutre au tournesol
- 5. Max. iode :** 0,005 %
- 6. Max. sulfate :** 0,02 %
- 7. Métaux lourds (ex. Pb) :** Moins de 20 mg/kg
- 8. Fer :** Moins de 10 mg/kg
- 9. Bromate, Bromure, Chlorure et chlorate :** max. 0,5 %
- 10. Matières insolubles :** max. 0,5 %
- 11. Perte au séchage** à 105°C : max. 0,5 %
- 12. Dosage (à sec) :** min. 99,0 % d'iodate de potassium
- 13. Conditionnement :** Sacs de plastique ou cylindres de papier scellés (50 kg)

APPENDICE 5-3

Création d'un graphique de contrôle : calculs pour obtenir les limites de contrôle supérieures et inférieures¹

Le procédé normal d'iodation permettra certains écarts dans la teneur exacte en iode (en mg/kg) pour tout échantillon donné. Cet écart normal est établi par le procédé lui-même et dépendra de la capacité des machines, de la durée du malaxage ou du giclement, et de bien d'autres facteurs. Les calculs ci-dessous présentent une méthode pour établir statistiquement les valeurs supérieures et inférieures auxquelles on peut s'attendre. En prélevant un certain nombre d'échantillons à différents moments durant les opérations normales, il est possible de calculer les limites de contrôle supérieures et inférieures pour la teneur en iode qui font partie d'un procédé normal d'iodation.

Les valeurs qui ne tombent pas à l'intérieur de ces limites révèlent qu'il y a quelque chose d'inusité qui influe sur le fonctionnement normal du procédé et que celui-ci n'est plus «contrôlé». Cela signifie qu'il y a une erreur dans le système qu'il faudra corriger. Toute fluctuation des valeurs à l'intérieur des limites de contrôle indique l'écart normal toléré par les procédures mécaniques et de fonctionnement.

Ces limites supérieure et inférieure sont différentes des valeurs idéales (maximum et minimum) qui sont habituellement retenues à titre de normes ou de spécifications par le gouvernement ou l'industrie. Ces normes représentent la teneur (mg/kg) que l'on souhaite idéalement. Les limites de contrôle décrivent la performance uniforme de l'équipement et du procédé de production.

Lorsque l'on a recours aux méthodes de titrage pour mesurer la teneur (mg/kg) exacte en iode :

Étape 1. Créer un graphique des prélèvements d'échantillons.

Étape 2. Prélever 10 échantillons de façon aléatoire durant le fonctionnement normal, une fois par demi-heure ou par heure, jusqu'à ce que l'on obtienne 20 sous-groupes de dix échantillons chacun. Analyser et consigner la teneur mg/kg en iode de chaque échantillon.

Étape 3. Pour chacun des 20 sous-groupes, calculer la valeur moyenne des 10 échantillons :

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{10}}{10}$$

où x représente la teneur mg/kg pour un échantillon donné, et x

\bar{x} is the mean (in ppm) for the sub-group.

Record the range (R), or the difference between the highest and lowest values within each sub-group.

$R = \text{highest value} - \text{lowest value}$

Step 4. Calculate the overall average ($\bar{\bar{X}}$) for the 20 sub-groups, using the averages calculated above.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 \dots}{20}$$

Calculate the average range using the ranges recorded above.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 \dots}{20}$$

Step 5. From these values, calculate the upper (UCL) and lower (LCL) control limits. (The following is based on 10 samples in each sub-group).

$$UCL = \bar{\bar{X}} + 0.308\bar{R}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - 0.308\bar{R}$$

Note that the factor 0.308 differs for different sample sizes, so if there are only four samples for each sub-group, the average R is multiplied by 0.729.

n=4 factor=0.729

n=8 factor=0.373

n=10 factor=0.308

² Adapté de : The Memory Jogger, Goal/QPC, Methuen (Mass.) É.-U., 1988.

WHEN SPOT TEST METHODS ARE USED TO GIVE AN APPROXIMATION OF THE PPM IODINE:

Most spot test kits give an approximation of the ppm iodine in a given sample by the intensity of the colour change reaction. The kits usually estimate the iodine content as 0, 7.5, 15, or 30 ppm (or up to 50 ppm for some kits). Since this approximation is only a series of estimates and thus not a continuous set of values, a different formula is required to calculate upper and lower control limits.

Steps 1 and 2. Same as for titration method described above.

Step 3. Decide on the value below which the sample will be considered unacceptable or defective, e.g., <30 ppm.

Step 4. Calculate the proportion of samples (n) from each sub-group that is defective (in this case, n = 10).

$$p = \frac{\text{Number of rejected samples for a given sub-group}}{10}$$

Step 5. Calculate the overall proportion of defective samples for all sub-groups.

$$\bar{p} = \frac{\text{Number of rejected samples for all sub-groups}}{\text{total number of samples inspected for all sub-groups}}$$

(For example, if the total number of samples inspected is 10 and the number of sub-groups is 20, then the total number is 10 x 20 = 200.)

Step 6. Calculate the upper and lower control limits.

$$UCL = \bar{p} + \frac{3 \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{\sqrt{n}}$$
$$LCL = \bar{p} - \frac{3 \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{\sqrt{n}}$$

(n = the number of samples in each sub-group, in this case 10.)

1 Adapted from: The Memory Jogger, Goal/QPC, Methuen, Mass USA, 1988.

CHAPITRE 6

CONTRÔLES AU NIVEAU DES COMMERCES DE GROS ET DE DÉTAIL



INTRODUCTION

Lorsque l'on crée des programmes de surveillance du sel, il importe de se souvenir que grossistes et détaillants représentent les deux points dans le circuit de distribution où il serait éventuellement utile de procéder à des enquêtes ou contrôles. **Commerce de gros** désignera les lieux où existent des locaux où l'on entrepose le sel avant sa distribution aux détaillants. **Commerce de détail** désignera les magasins ou marchés où se vend le sel destiné aux ménages. Dans certains cas, le sel est expédié directement du producteur aux détaillants. Parmi les raisons pour contrôler le sel à ces niveaux, mentionnons notamment :

- Lorsque les contrôles démontrent que l'iodation du sel est adéquate durant la production ou au niveau de l'importation, mais que la teneur en iode s'avère insuffisante une fois que le sel parvient aux ménages. Une enquête peut permettre de déceler des problèmes au niveau du gros et du détail.
- Pour s'assurer que les grossistes et les détaillants entreposent convenablement le sel et que le roulement des stocks est ordonné.
- Pour s'assurer que les grossistes et les détaillants n'achètent et ne distribuent que du sel iodé. Les sources de sel non iodé pour la consommation humaine ou animale doivent être identifiées et des mesures seront prises pour s'assurer que le sel est adéquatement iodé.
- Les villages où l'on constatera qu'une proportion insuffisante des ménages utilise du sel iodé devraient pouvoir faire l'objet d'une enquête pour établir les raisons de cette insuffisance et pour trouver des solutions.
- Dans certains contextes, les contrôles sur le sel dans les ménages peuvent être onéreux et, par conséquent, la surveillance du sel au niveau du marché peut s'y substituer.

L'absence d'une infrastructure ou de ressources adéquates peut faire obstacle à la surveillance chez les grossistes et les détaillants. Dans certains pays, il se pourrait qu'il existe déjà une infrastructure pour les inspections chez les détaillants. Dans ce cas, il serait relativement peu coûteux d'ajouter le sel au système des inspections. Il est parfois même possible d'ajouter les commerces de gros à la liste des inspections.

Les contrôles chez les grossistes et détaillants peuvent être effectués à long terme, à court terme ou de façon épisodique. Un système de surveillance à long terme fonctionnerait pendant une période de

cinq à dix ans. La surveillance à court terme peut être instaurée pour contrôler les grossistes ou les détaillants jusqu'à ce que l'on obtienne un certain niveau de succès, éventuellement pendant une durée de deux à cinq ans. Les contrôles à court terme peuvent servir d'outil d'éducation pour promouvoir la lutte contre les TCI. On procède à des contrôles épisodiques à deux reprises, ou plus souvent, dans les zones où l'on a détecté des problèmes particuliers. La première inspection chez les grossistes ou les détaillants servirait à cerner les problèmes, et les inspections suivantes veilleraient à s'assurer que les efforts pour rectifier la situation ont réussi.

Dans certains pays, l'objet principal des contrôles serait de déceler et d'éliminer les sources de sel non iodé. Cependant, les concepts fondamentaux de la surveillance du sel iodé et des contrôles pour déceler les sources de sel non iodé sont analogues.

La sensibilisation des collectivités peut servir à créer une demande pour le sel iodé et pour faire pression sur les organismes d'État afin qu'ils introduisent et qu'ils maintiennent l'obligation d'ioder le sel. Les groupes dont la participation serait utile sont les organisations de femmes, ONG locales, groupes de jeunes, et écoles.

Inde

EXEMPLE D'ORGANISATIONS NON GOUVERNEMENTALES QUI SURVEIL- LENT LA TENEUR EN IODE DU SEL

En Inde, trois organisations non gouvernementales dans l'État d'Uttar Pradesh (où la déficience en iode est grave) ont participé à la surveillance du sel au niveau des détaillants et des ménages. Chaque mois, des échantillons de sel étaient obtenus chez les marchands locaux et les résultats des analyses étaient communiqués aux responsables communautaires et civiques. La classe politique locale a été sensibilisée aux insuffisances de la teneur en iode du sel. De ce fait, le problème a pu être soulevé par la suite à la législature de l'État et au parlement national.

Les deux sections suivantes donnent davantage de détails sur la surveillance du sel chez les grossistes et les détaillants.

Lors des contrôles chez les grossistes, il est essentiel de procéder comme suit :

- Établir si le sel vendu par les grossistes satisfait les normes du gouvernement.
- Établir l'efficacité de l'entreposage du sel chez les grossistes.
- Examiner les pertes en iode durant le transport et l'entreposage.
- Établir si les grossistes distribuent du sel non iodé et déceler les sources de ce sel.

INDICATEURS CLÉS

- Proportion du sel distribué par les grossistes qui n'a pas été iodé.
- Proportion du sel iodé vendu par les grossistes qui satisfait les normes du gouvernement.
- Pertes d'iodé durant le transport vers les grossistes et durant l'entreposage dans les dépôts.

COLLECTE, ANALYSE ET SIGNALEMENT DES DONNÉES (RAPPORTS)

- Tester le sel dans les entrepôts en utilisant la méthode du CEQL (contrôle par échantillonnage de la qualité des lots).

MESURES DE SUIVI

- Si l'on constate que le sel provenant d'un fabricant particulier est mal iodé, un examen des registres des contrôles internes et externes du fabricant s'impose. Il pourrait également être utile d'examiner la méthode du transport des stocks du fabricant vers le grossiste afin de cerner les étapes où les pertes en iode pourraient s'être produites.
- Informer les grossistes de la législation-règlementation en vigueur concernant le sel.
- Renforcer les efforts de promotion et les autres campagnes de sensibilisation afin que les grossistes deviennent plus conscients de l'importance du sel iodé.
- Encourager les grossistes à promouvoir l'utilisation du sel iodé.
- Confisquer le sel non iodé chez les grossistes.

SECTEURS INTÉRESSÉS

- Ministère de la Santé : inspecteurs des aliments ou travailleurs de la santé dans les districts (ou toute autre subdivision nationale).
- Organisations non gouvernementales (ONG) oeuvrant au sein des collectivités.
- Ministère du Commerce et de l'Industrie (inspecteurs) et associations de commerçants.

CONTRÔLES CHEZ LES GROSSISTES

Certains agents de la santé dans les districts peuvent décider de surveiller la teneur en iode dans les entrepôts. Voici quelques-unes des raisons pour tester le sel à ce niveau :

- Chaque entrepôt approvisionne ordinairement un grand nombre de détaillants et il serait donc plus facile et efficace de contrôler les gros entrepôts que les magasins.
- Il peut y avoir des pertes d'iodé durant le transport de chez le producteur jusqu'aux grossistes, et on pourrait les déceler en contrôlant les entrepôts.
- Les conditions d'entreposage du sel présentent des problèmes.
- Certains entrepôts ne procèdent pas à un roulement ordonné des stocks de sel.

Dans certains entrepôts, le sel est transvasé de gros sacs de 50 kilos dans de petits sacs d'un kilo. Il pourrait être nécessaire d'évaluer l'efficacité de l'emballage assuré par le producteur et de l'éventuel réemballage effectué par le grossiste. Les très gros entrepôts pourraient être tenus de prélever régulièrement des échantillons de sel à analyser (trousse d'analyse sommaire) et d'en consigner les résultats dans des registres de contrôle de la qualité interne analogues à ceux dont il était question au Chapitre 5. Parmi les questions auxquelles il faut répondre lors des contrôles de la teneur en iode du sel en entrepôt, mentionnons :

- Qu'est-ce qui constitue un «lot»? S'agit-il de chaque envoi de sel expédié par un fabricant? Énoncer une définition standard de ce qui est raisonnable dans la situation.
- Combien d'échantillons faut-il prélever et dans quelles conditions un lot serait jugé défectueux? Les dimensions de l'échantillon et le «seuil» de satisfaction seraient établis selon les modalités décrites au Chapitre 9.
- Avec quelle fréquence faut-il contrôler les entrepôts. Cela dépend de la gravité des TCI dans la région, de l'efficacité des tests déjà effectués sur le sel en entrepôt, des résultats des tests effectués au niveau des ménages, et de la disponibilité de personnes compétentes pour tester le sel. Si l'on constate des problèmes au niveau des entrepôts, il pourrait être indiqué de procéder à des contrôles plus fréquents, peut-être tous les mois. Une fois que la majorité des échantillons satisfont les normes sur une certaine période de temps, la fréquence des tests pourrait être réduite.

Lors des contrôles chez les détaillants, il est essentiel de procéder comme suit :

- Établir la disponibilité du sel iodé chez les détaillants.
- Établir si le sel «iodé» vendu par les détaillants satisfait les normes du gouvernement.
- Examiner les pertes d'iode qui se produisent durant le transport et l'entreposage.
- Encourager les détaillants à promouvoir la vente du sel iodé.
- Déceler les sources de sel non iodé.

INDICATEURS CLÉS

- Proportion du sel distribué par les détaillants qui n'a pas été iodé.
- Proportion du sel «iodé» vendu par les détaillants qui satisfait les normes du gouvernement.
- Pertes d'iode durant le transport vers les détaillants et pendant la durée en magasin.

COLLECTE, ANALYSE ET SIGNALEMENT DES DONNÉES (RAPPORTS)

- Tester le sel selon la méthode CEQL (contrôle par échantillonnage de la qualité des lots).

MESURES DE SUIVI

- Si l'on constate chez un marchand que le sel provenant d'un fabricant particulier est mal iodé, un examen des registres des contrôles internes et externes du fabricant s'impose. En examinant la manière dont le sel a été manutentionné, entreposé, et transporté de chez le fabricant vers le détaillant, on pourrait cerner les étapes où les pertes en iode se sont produites.
- Informer les détaillants de la législation-réglementation en vigueur concernant le sel.
- Renforcer les efforts de promotion et les autres campagnes de sensibilisation afin de rendre les détaillants plus conscients de l'importance du sel iodé.
- Encourager les détaillants à promouvoir la vente du sel iodé.
- Confisquer le sel non iodé chez le détaillant.

SECTEURS INTÉRESSÉS

- Ministère de la Santé : inspecteurs des aliments ou travailleurs de la santé dans les districts (ou autre subdivision nationale).
- Organisations non gouvernementales (ONG) oeuvrant au sein des collectivités.
- Inspecteurs du ministère du Commerce et de l'Industrie et associations de commerçants.

Les détaillants peuvent vendre du sel iodé, du sel non iodé, ou les deux. La principale raison pour laquelle on surveillera le sel au niveau des détaillants est de faire un inventaire des régions où :

- Une proportion insuffisante de magasins vendent du sel iodé.
- Du sel non iodé est en vente sur le marché.
- Des paquets portant la mention «sel iodé» contiennent du sel qui n'est pas adéquatement iodé.

Dans un village, si le nombre de magasins qui vendent du sel iodé est relativement petit, la raison en est-elle qu'il y a une faible demande pour du sel iodé de la part des consommateurs? Est-ce que l'approvisionnement en sel iodé de la part des grossistes/négociants est inadéquat? Le sel iodé est-il trop cher? Si du sel non iodé est disponible, des mesures devraient être prises pour le retirer du marché (s'il est interdit de vendre du sel non iodé en vertu de la législation-réglementation). Si des paquets portant la mention «sel iodé» ont une teneur insuffisante en iode, l'insuffisance remonte-t-elle à l'usine? Le sel a-t-il été manutentionné et entreposé convenablement depuis sa production?

Étant donné les différentes utilisations possibles des contrôles sur le sel chez les détaillants, on peut énoncer des objectifs différents. Par exemple, l'un des objectifs pourrait être de s'assurer que 95 % des détaillants vendent du sel iodé. Un autre serait que 95 % des magasins ne vendent pas du sel non iodé. Le nombre de magasins où il faut prélever des échantillons est décrit au Chapitre 9.

Fréquence des contrôles/enquêtes chez les détaillants

La fréquence à laquelle les enquêtes doivent être répétées dépendra de nombreux facteurs, notamment :

- En général, les régions où l'approvisionnement en sel iodé n'est pas adéquat, et où l'on a trop facilement accès à du sel non iodé, devront faire l'objet d'enquêtes plus fréquentes. Une fois que l'on a identifié une région où l'approvisionnement en sel iodé n'est pas adéquat, il faudra faire des efforts pour améliorer la situation et confirmer ultérieurement cette éventuelle amélioration.
- Les régions où les TCI sont endémiques pourraient être prioritaires en termes de fréquence des contrôles, relativement à celles où le problème des TCI est moins aigu. Cependant, même dans les régions où la déficience en iode n'est que légère, les TCI y auront un certain nombre de conséquences sur la santé et il faudra, là encore, se pencher adéquatement sur la situation.
- La disponibilité d'un personnel compétent pour enquêter. Idéalement, l'échantillonnage devrait être intégré aux inspections ou autres activités existantes en matière de santé. Tester le sel avec des trousseaux d'analyse sommaire ne pose pas de difficulté. Les travailleurs de la santé devront être formés pour apprendre à prélever des échantillons chez les détaillants.

Durée de l'enquête (échancier)

La durée de l'enquête est en fait le calendrier de son déroulement chez les détaillants dans les villages au niveau d'un district. Tel qu'indiqué ci-dessus, les visites dans les villages devraient être intégrées à d'autres activités relatives à la santé. Si une équipe d'immu-nisation visite chaque village dans un district tous les six mois, elle pourrait prélever des échantillons chez les détaillants durant chaque visite et, par conséquent, l'enquête prendrait six mois. Si un groupe d'inspec-teurs sanitaires contrôle l'approvisionnement en eau dans chaque village une fois par an, ils pourraient également prélever des échantillons de sel et, par conséquent, l'enquête prendrait un an.

Contrôles à long terme ou à court terme?

À partir du moment où un pays décide que le sel vendu par les détaillants doit être contrôlé périodiquement, une décision doit être prise pour établir s'il s'agira d'un processus à long ou à court terme. De nombreux facteurs influenceront sur cette décision, notamment l'infrastructure et les ressources disponibles.

Documents d'enquête

Les documents utilisés au niveau des détaillants doivent être simples et glaner de la formation utile pour les prises de décisions. (Illustration à la Figure 6-1.)

Villages à inspecter

Idéalement, tous les villages dans un district ou sous-district feront l'objet d'inspections. S'ils sont trop nom-breux, on peut toujours dresser la liste de tous les villages d'un district ou sous-district et en sélectionner une trentaine de manière aléatoire. On peut se servir de la table des nombres aléatoires qui figure au Chapitre 8 ou bien on peut sélectionner les villages de façon systématique. Ainsi, sur une période donnée

(ex. un an), chaque fois que des travailleurs de la santé se rendent dans un village ou se trouvent à proximité de celui-ci, ils analyseront des échantillons de sel. Cela reviendrait à moins de trois villages par mois. À noter qu'un village où les tests ne sont pas probants est susceptible d'être représentatif des autres villages de la région et cela justifierait un complément d'enquête pour établir l'étendue du problème.

Sélection des détaillants dans un village

Le but premier est de sélectionner des magasins qui sont représentatifs du village. Il est recommandé d'adopter une méthode analogue à celle utilisée pour la sélection des ménages dans les enquêtes PEV (Programme élargi de vaccination). Celle-ci est décrite de façon plus détaillée au Chapitre 8 sous les rubriques : Sélection des ménages dans un village, Sélection du premier ménage, et Sélection des ménages suivants. Il y aura certaines différences puisqu'il y a normalement moins de magasins que de ménages.

Relayer l'information aux paliers administratifs supérieurs

Chaque pays doit décider si les résultats des analyses du sel doivent être transmis à des niveaux supérieurs de l'administration, ex. du district à la province. Ordinairement, les agents de la santé dans les districts ont déjà un nombre considérable de rapports à faire mensuellement ou annuellement. De nouvelles exi-gences alourdiraient leur fardeau. Un surcroît de rapports ne serait justifié que s'il s'agit véritablement d'améliorer les efforts destinés à garantir une «couverture» adéquate. Comme solution de rechange, on peut songer à des «rapports d'exception» (unique-ment pour signaler des problèmes). Un système de rapports périodiques pourrait être utile pendant une certaine période de temps à des fins de promotion et puis on pourrait l'éliminer graduellement.

Figure 6-1
Spécimen d'un document de contrôle
du sel chez les détaillant

DOCUMENT DE CONTRÔLE DU SEL CHEZ LES DÉTAILLANTS						
Village/Ville		District _____		Date (jj/mm/aa)_____/_____/_____		
Sel non iodé			Sel iodé			
Magasin n°	Disponible?	Prix/kg	Disponible?	Prix/kg	Producteur	Test*
				ETC.		
*0, 7, 15, ou 30 mg/kg						

Si l'on décide qu'il est important d'avoir un tel système, l'information transmise aux niveaux supérieurs doit être très condensée. Par exemple, dans le cas d'un système de CEQL auprès des détaillants, l'information pourrait être présentée dans la forme illustrée à la Figure 6-2.

UTILISATION DES RÉSULTATS DES CONTRÔLES CHEZ LES DÉTAILLANTS

Les résultats de l'échantillonnage chez les détaillants doivent servir à améliorer l'approvisionnement en sel iodé ou à réduire la dissémination du sel non iodé. Pour ce qui est des villages où les résultats ne sont pas probants, un complément d'enquête pourrait être nécessaire pour établir les raisons du problème. L'agent de la santé dans le district doit se servir de toutes ses ressources pour s'attaquer au problème. Il pourrait notamment :

- Veiller à ce que les magasins ne vendent que du sel iodé.
- Remettre aux détaillants une liste des distributeurs de sel iodé.
- Encourager les producteurs de sel iodé à collaborer avec les détaillants dans son secteur de juridiction.
- Confisquer le sel non iodé s'il est autorisé à le faire en vertu de la législation-réglementation.
- Veiller à ce que les magasins effectuent un roulement ordonné des stocks.
- S'assurer que les magasins ne vendent pas le sel iodé à un prix injustifié.
- Sensibiliser les commerçants à l'importance du sel iodé, sa manutention et son entreposage.
- Publier dans le journal local une liste des détaillants qui vendent du sel adéquatement iodé.
- Signaler au ministère de la Santé les problèmes posés par des producteurs particuliers.

Figure 6-2
Spécimen d'un rapport mensuel de contrôle du sel chez les détaillants du district

RAPPORT MENSUEL DE CONTRÔLE DU SEL CHEZ LES DÉTAILLANTS DU DISTRICT				
District _____		Mois/Année du rapport ____/____		
Nombre de villages dans le district	Valeurs utilisées pour : P _o P _a n d			
Combien de villages ont été inspectés ce mois-ci?	Nbre de villages où les analyses n'ont pas été probantes sur la base du nbre de magasins où l'on vend du sel iodé			
Liste des producteurs selon les sacs portant la mention «sel iodé» et résultats des analyses :				
Nom du producteur	Nbre d'échantillons analysés	Nbre d'analyses non probantes		
ETC.				

Liste de contrôle pour la surveillance chez les détaillants

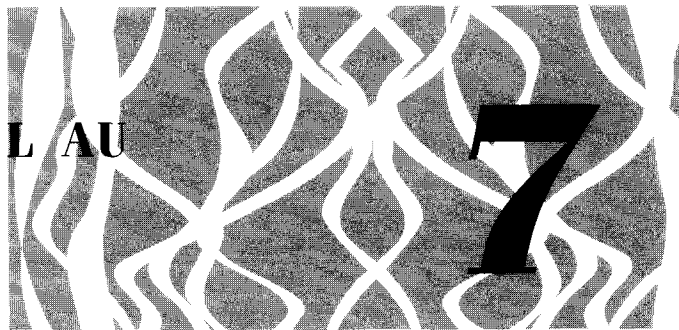
- ☐ Établir si l'information sur la production-importation indique que l'approvisionnement en sel iodé est suffisant et que la teneur en iode est adéquate.
- ☐ Établir si les contrôles dans les ménages ou écoles révèlent que dans certaines zones une forte proportion de la population ne consomme pas de sel adéquatement iodé.
- ☐ Décider s'il serait judicieux de procéder à des contrôles chez les détaillants.
- ☐ Définir la région où l'on procédera à des contrôles ou enquêtes.
- ☐ Établir le type de surveillance, c.-à-d. long terme, court terme, ou épisodique.
- ☐ Décider de la durée des contrôles ou enquêtes – de la collecte des données à leur analyse – et préciser l'utilisation des résultats des données.
- ☐ Pour ce qui est des contrôles, définir la fréquence des vérifications chez les détaillants, ex. tous les mois, tous les six mois, ou selon toute autre périodicité.
- ☐ Créer des questionnaires.
- ☐ Sélectionner les villages à inspecter.
- ☐ Sélectionner les commerces de détail à l'intérieur d'un village.
- ☐ Mener l'enquête.
- ☐ Analyser les données et transmettre les résultats.
- ☐ Prendre les mesures correctives qui s'imposent.

Liste de contrôle chez les grossistes

- ☐ Établir si l'information sur la production-importation indique que l'approvisionnement en sel iodé est suffisant et que la teneur en iode est adéquate.
- ☐ Établir si les contrôles au niveau des ménages ou écoles ont révélé que, dans certaines régions, une forte proportion de la population ne consomme pas de sel adéquatement iodé.
- ☐ Décider s'il serait judicieux de contrôler les grossistes.
- ☐ Définir la région où l'on procédera à des contrôles ou enquêtes.
- ☐ Localiser les entrepôts de sel de la région.
- ☐ Définir le type de contrôles, c.-à-d. long terme, court terme, ou épisodiques.
- ☐ Indiquer la durée des contrôles ou enquêtes – de la collecte des données jusqu'à leur analyse – et préciser l'utilisation des résultats des données.
- ☐ Pour ce qui est des contrôles, établir la fréquence des vérifications dans les entrepôts, ex. tous les mois, tous les deux mois, ou selon toute autre périodicité.
- ☐ Créer des questionnaires.
- ☐ Entreprendre une enquête ou instaurer des contrôles.
- ☐ Analyser les données et transmettre les résultats.

CHAPITRE 7

CONTRÔLES SUR LE SEL AU NIVEAU DES MÉNAGES



INTRODUCTION

Une fois que les contrôles sur la production et l'importation du sel ont établi que du sel iodé circule en quantités suffisantes, l'étape suivante consiste à s'assurer que le produit consommé dans les ménages contient suffisamment d'iode. Il y a deux raisons distinctes pour surveiller le sel au niveau des ménages :

- Pour découvrir la proportion des ménages qui utilisent du sel adéquatement iodé dans une vaste région géographique. C'est souvent par des échantillons typologiques que cela est fait à l'échelle provinciale ou nationale, et on parle alors d'enquête de «distribution». Celles-ci sont moins utiles lorsqu'il s'agit d'éventuelles disparités dans la distribution du sel iodé à l'intérieur de la zone où est menée l'enquête.

- Pour déceler les localités à risque élevé («situations de crise») où il y a une proportion insuffisante des ménages qui consomment du sel adéquatement iodé. On parle alors de «proche surveillance» et de tels contrôles sont ordinairement effectués au niveau du district ou du sous-district.

Si les enquêtes de distribution révèlent une faible utilisation de sel iodé ou si l'on a besoin d'informations plus précises sur sa distribution dans le pays, il faut envisager d'autres stratégies de collecte de données au niveau des ménages. Ce chapitre discute de deux approches distinctes de surveillance que l'on applique au niveau des ménages – les enquêtes de distribution et la proche surveillance – et il introduit des lignes directrices pour leur mise à exécution. Dans les

Enquêtes de distribution

Besoins d'information

- Est-ce que 90 % des ménages ont du sel adéquatement iodé?
- Est-ce que l'on soupçonne de graves pertes durant la distribution, nécessitant des ajustements dans le procédé d'iodation ou dans la distribution du sel?

Indicateurs clés

Proportion des ménages qui ont du sel adéquatement iodé.

Collecte des données

Enquête représentative des ménages ou des écoles, ordinairement au niveau national ou provincial.

Éventuels problèmes à régler

- Lorsque la proportion des ménages utilisant du sel est si faible que cela est inacceptable.
- L'analyse d'échantillons prélevés dans des sacs portant la mention «sel iodé» révèle que la teneur en iode est faible ou inexistante.
- Les ménages consomment du sel non iodé.

Secteurs intéressés

- Ministère de la Santé – effectif provincial ou de districts.
- Ministère de la Santé – par d'autres programmes comme le PEV.
- Autres ministères qui entreprennent des enquêtes typologiques des ménages.
- Ministère de l'Éducation.

Proche surveillance

Besoins d'information

- Est-ce que de graves pertes d'iode se produisent?
- Y a-t-il des régions particulières privées d'un approvisionnement adéquat en sel iodé?
- Y a-t-il des régions particulières où la population ne consomme pas de sel iodé?

Indicateurs clés

Pourcentage des localités où une proportion acceptable des ménages consomment du sel adéquatement iodé.

Collecte des données

CEQL au niveau des districts ou des sous-districts, pouvant se limiter à des zones géographiques particulières.

Éventuels problèmes à régler

- Établir si du sel iodé parvient à l'ensemble des collectivités à l'échelle du pays.
- L'analyse d'échantillons prélevés dans des sacs portant la mention «sel iodé» révèle que la teneur en iode est faible ou nulle.
- Les ménages consomment du sel non iodé.

Secteurs intéressés

- Ministère de la Santé – effectif de districts.
- Organisations non gouvernementales (ONG) qui peuvent prêter du personnel pour recueillir et analyser les données.
- Organisations communautaires (ex. caisses de crédit pour les femmes).
- Ministère de l'Éducation.

Chapitres 8 et 9, on discutera de chacune de ces deux approches de manière détaillée.

ENQUÊTES TYPOLOGIQUES (PROCHE SURVEILLANCE)

Pour suivre les progrès accomplis vers l'achèvement des objectifs de la mi-décennie, on aura besoin d'informations pour établir la proportion des ménages qui consomment du sel adéquatement iodé. Cela nécessitera des enquêtes typologiques des ménages ou des écoles au niveau national ou, dans les grands pays, au niveau provincial. Elles devront être effectuées tous les deux ou trois ans. Le Chapitre 8 donne de l'information détaillée sur le plan de sondage et la mise en oeuvre des enquêtes de proche surveillance exploitant la méthodologie typologique. Les étapes essentielles sont comme suit :

Liste de contrôle pour les enquêtes de proche surveillance

- ☐ Revoir les enquêtes et études précédentes qui ont évalué la situation du sel iodé dans les ménages.
- ☐ Établir si l'on peut utiliser un cadre d'enquête déjà existant, ou prévu, ou s'il faut en créer un nouveau.
- ☐ Sélectionner le site de l'enquête, ex. ménages ou écoles.
- ☐ Définir l'unité géographique la plus petite pour laquelle on aura besoin d'estimations (ex. pays tout entier ou province).
- ☐ Calculer la taille voulue de l'échantillon. (Voir Chapitre 8)
- ☐ Créer le questionnaire de l'enquête.
- ☐ Sélectionner un échantillon. (Voir Chapitre 8)
- ☐ Recruter du personnel d'enquête.
- ☐ Obtenir l'équipement nécessaire.
- ☐ Former le personnel et normaliser toutes les procédures de collecte de données.
- ☐ Organiser transport, logement, etc.
- ☐ Effectuer l'enquête.
- ☐ Entrer l'information dans les bases de données informatisées et épurer les données. (Voir Chapitre 8)
- ☐ Analyser les données et préparer un rapport préliminaire sur les résultats de l'enquête. (Voir Chapitre 8)
- ☐ Rédiger et transmettre les rapports définitifs aux organismes concernés. (Voir Chapitre 8)
- ☐ Utiliser les résultats pour prendre des mesures correctives si nécessaire.

La fréquence des enquêtes de distribution dépendra de nombreux facteurs, à savoir :

- Si la collecte des données est intégrée à une enquête existante, elle sera liée à son calendrier.
- Statut actuel du programme d'iodation du sel : en général, les enquêtes sont effectuées plus fréquemment durant la phase d'«attaque» du programme lorsque l'on déploie des efforts considérables pour obtenir de tous les principaux fabricants et importateurs qu'ils iodent leur sel; une fois que la majorité des ménages consomment du sel iodé, la fréquence des enquêtes peut diminuer.
- Les régions où il y a une forte prévalence de TCI et celles où il y a faible consommation de sel iodé feront l'objet d'enquêtes plus fréquentes.
- Les ressources disponibles pour effectuer les enquêtes.

On recommande généralement que les enquêtes sur le sel dans les ménages soient faites avant la fin 1995, de 1997 à 1998, et en l'an 2000. Idéalement, la collecte de l'information sur le sel dans les ménages devrait être intégré à des enquêtes existantes ou prévues, ou à des enquêtes de systèmes de surveillance tels le Programme élargi de vaccination (PEV), Maladies diarrhéiques de l'enfance, et autres. L'enquête multifactorielle de l'Unité de surveillance et d'évaluation de l'UNICEF consacrée à l'achèvement des objectifs de la mi-décennie comporte un module sur la consommation de sel dans les ménages.¹

Questions relatives à la surveillance de la distribution du sel iodé dans les ménages

Est-il nécessaire de préparer une enquête distincte?

Des enquêtes typologiques des ménages sont souvent faites par d'autres ministères pour recueillir de l'information sur les revenus, les dépenses des ménages, les achats d'aliments, ou l'emploi, et l'on pourrait y incorporer des questions sur le sel. Les enquêtes dans les écoles offrent un autre moyen d'arriver à une estimation de la proportion des ménages qui consomment du sel iodé. Le ministère de l'Éducation pourrait régulièrement enquêter dans les écoles. S'il n'est pas possible d'utiliser une enquête existante ou prévue, il faudra alors en planifier une.

Enquête dans les ménages c. dans les écoles

Les enquêtes peuvent être faites directement par une sélection de ménages ou bien, là où la fréquentation scolaire est élevée, on peut y substituer des enquêtes dans les écoles. On peut également obtenir des évaluations sur la base d'un échantillonnage des individus qui fréquentent des cliniques de santé publique ou de planning familial lorsqu'une forte proportion de la population y a recours.

Les enquêtes dans les ménages sont intéressantes car, si elles sont faites correctement, elles seront représentatives de tous les ménages dans une

région donnée, et l'intervieweur peut constater *de visu* comment le sel est entreposé et dans quels types de sacs. Cependant, elles prennent plus de temps que les enquêtes dans les écoles puisqu'il faut couvrir beaucoup plus de logements dans le village.

Les enquêtes dans les écoles sont intéressantes car les enfants peuvent apporter des échantillons de sel à l'école et que l'on pourra ainsi en analyser un grand nombre en peu de temps.

Elles peuvent aussi servir à sensibiliser les écoliers à l'importance de l'iode dans le sel. Toutefois, les estimations risquent d'être biaisées si la proportion des enfants qui fréquentent l'école est faible. Les enfants des ménages plus pauvres sont ordinairement moins susceptibles de fréquenter l'école. Pour réduire ce risque à un minimum, on pourrait ne demander qu'aux enfants des petites classes d'apporter du sel puisque leurs taux de fréquentation scolaire sont ordinairement plus élevés que pour les plus grands.

Un autre risque des enquêtes scolaires est que les ménages avec enfants d'âge scolaire pourraient ne pas être représentatifs de la totalité des ménages. Cependant, dans bien des cas où le sel qui parvient dans les villages provient d'une seule et même source, il est peu probable qu'il y ait une différence de consommation entre ménages avec ou sans enfants d'âge scolaire. En outre, l'iode étant bénéfique pour ces derniers, il importe absolument de s'assurer que leur dose quotidienne d'iode est adéquate. Par contre, dans les écoles, l'information sur le conditionnement et l'entreposage du sel ne sera pas habituellement disponible. Également, les enfants peuvent oublier d'apporter du sel et il se pourrait aussi qu'ils partagent leur sel avec d'autres. Dans certains pays, une lettre est envoyée aux parents par l'intermédiaire de l'élève leur demandant de signer une formule où ils déclarent avoir remis à leur enfant un échantillon du sel utilisé à la maison.

Définir l'unité géographique pour laquelle on a besoin d'estimations sur la distribution

Si des décisions concernant les programmes d'intervention sont prises pour le pays tout entier, une seule enquête d'échantillonnage suffira pour l'ensemble de la population. Si l'on a besoin de comparaisons entre régions, chacune constituera un «univers d'échantillonnage» et il faudra une enquête distincte par région. Cependant, le nombre des différentes unités géographiques à étudier devrait être tenu à un minimum pour éviter la collecte de données inutilement massives. Par exemple, si l'on souhaite avoir une estimation de la proportion des ménages qui consomment du sel iodé pour l'ensemble du pays, un échantillon (300 ménages ou 30 écoles) peut produire une estimation ayant la précision désirée. (Nous donnons plus d'information sur la taille des échantillons au Chapitre 8.)

Toutefois, si l'on souhaite comparer la proportion des ménages consommant du sel iodé dans chacune des trois régions d'un pays, la taille de l'échantillon devra être trois fois plus grande.

Si le but d'une étude est de déceler de petites régions où le sel iodé n'est pas disponible, ou qu'il n'est pas vendu, alors la méthode du CEQL doit être utilisée.

Conception d'un questionnaire d'enquête

Le questionnaire de l'enquête doit être simple et il doit rassembler de l'information pertinente à la consommation de sel dans les ménages. Il doit être conçu de façon à ce que les réponses puissent facilement être codées et introduites par ordinateur dans une base de données. Les questions et les codes attribués aux variables (ex. type de sel : 1=fin; 2=gros) doivent être imprimés sur le questionnaire ou sur un bordereau de codage. Il faut absolument que les questions soient écrites de la même manière qu'elles seront posées pour assurer l'uniformité entre équipes de sondage. Il sera parfois nécessaire que le questionnaire soit rédigé dans plus d'une langue et l'on pourrait avoir besoin d'intervieweurs multilingues. On devra procéder à des essais de terrain sur un petit échantillon de sujets ayant des antécédents analogues à ceux de la population à étudier afin de s'assurer que les questions sont clairement énoncées et qu'elles couvrent la majorité des réponses les plus courantes.

Les données doivent être directement inscrites sur les formules correspondantes. On trouvera un spécimen de formule ligne à ligne pour les enquêtes dans les ménages à la Figure 7-1 et pour les enquêtes dans les écoles à la Figure 7-2. Ces formules permettent l'introduction rapide des données dans un ordinateur pour analyse subséquente ainsi qu'une rapide organisation tabulaire, à la main, de chaque variable de terrain. Si l'information est destinée à être incorporée dans une enquête plus ample, on pourra utiliser un questionnaire semblable à celui qui est montré à la Figure 7-3. Il faut prévoir des codes pour les réponses «ne sait pas» ou «refuse de répondre».

Figure 7-3

Exemple de questions relatives au sel pour les enquêtes dans les ménages

TYPE(S) DE SEL DANS LE MÉNAGE :		
1. Fin	<input type="checkbox"/> O	<input type="checkbox"/> N
2. Gros	<input type="checkbox"/> O	<input type="checkbox"/> N
3. Blocs	<input type="checkbox"/> O	<input type="checkbox"/> N
S'il y avait du sel fin :		
Combien d'iodate contenait-il? (0, 7,5, 15, ou 30 mg/kg) _____		
Décrire l'emballage du sel fin : _____		
A. Le sac original n'était pas disponible		
B. Le sac portait la mention «sel iodé»		
C. Le sac ne mentionnait pas l'iodation		
S'il y avait un sac, donner le nom du fabricant _____		
Le sel était-il dans un contenant fermé ou dans un sac en plastique? <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N		
Le sel était-il placé dans un lieu sec et fermé? <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N		

Les formules ci-dessus devront sans doute être modifiées selon le pays. Par exemple, dans certains pays, seul le sel fin est iodé, alors que dans d'autres pays le gros sel l'est aussi parfois. Pour évaluer les écoles ou les villages où il risque d'y avoir une faible incidence de ménages disposant de sel iodé, on pourrait prévoir des questions additionnelles portant notamment sur ce qui suit : nombre d'habitants, électrification, état des routes menant à la localité, topographie (montagne, vallée, plateau), altitude, plaine inondable, et distance de l'océan.

D'autres questions pourraient concerner la préférence pour le sel iodé ou non iodé en fonction des coûts à l'achat, du goût, ou des croyances locales. Même s'il est vrai que ces questions seraient sans doute plus appropriées dans des recherches qualitatives, elles peuvent quand même être utiles dans des enquêtes sur la distribution.

Formation et supervision

La qualité des résultats de l'enquête dépend de l'efficacité de la formation et de la supervision. La formation comportera : la définition du rôle et de la tâche de chaque membre de l'équipe de sondage; les procédures de sélection des ménages; les techniques d'interview; la manière de remplir et de coder la formule d'enquête; et l'interprétation des analyses du sel.

En général, un bon programme de formation se déroule en trois phases :

1. L'orientation en salle de classe : Illustration et pratique pour apprendre à poser des questions et à analyser le sel.

2. Session de pratique de terrain : Toutes les équipes de sondage s'entraînent ensemble aux procédures et à la pratique de collecte d'informations dans une vraie localité. Une révision et une discussion après la session pratique serviront à normaliser les procédures et les activités.

3. Phase de lancement de l'enquête réelle : Deux ou trois équipes font enquête ensemble auprès de huit à dix individus afin d'observer la performance de chacun et de commenter. Cette phase est délibérément lente afin de s'assurer que toutes les équipes se conforment aux mêmes méthodes.

Il y a ordinairement deux niveaux de supervision, un groupe de supervision globale et un chef pour chaque équipe d'enquête. Le groupe de supervision prodigue la formation et gère l'enquête globalement, et l'on peut considérer qu'il s'agit des dirigeants de l'enquête. Chaque équipe doit avoir un chef désigné qui sera responsable de la sélection des individus ou des ménages, de la qualité des mesures quantitatives, et de la consignation correcte des données dans les formules. Les membres du groupe de supervision font une rotation dans les différentes équipes tout au long de l'enquête afin d'observer les progrès et de contribuer à maintenir des valeurs comparables parmi les équipes. La personne du groupe de supervision et le chef d'équipe devront périodiquement prendre des mesures quantitatives sur une formule distincte et comparer les résultats avec ceux qu'auront obtenu les membres de l'équipe. Cette répétition de procédure contribue à maintenir la qualité de la collecte des données.

Collecte, analyse et signalement des données (rapports)

Les détails précis pour la conception et la réalisation d'une enquête typologique, y compris la collecte, l'analyse et le signalement des données sont abondamment présentés au Chapitre 8.

Utilisation des données

Si les sacs marqués «sel iodé» contiennent peu ou pas d'iode, il faudra absolument prendre des mesures correctives, notamment :

- Examiner les registres d'assurance de la qualité du fabricant ou importateur.
- Étudier transport et entreposage, du fabricant ou importateur aux divers sites intermédiaires, y compris grossistes et détaillants.
- Entreprendre des efforts plus intensifs pour encourager commerçants et grossistes à exiger que seul du sel adéquatement iodé circule dans le commerce.

D'autre part, si du sel non iodé est consommé dans les ménages, voici quelques mesures correctives à prendre :

- Vérifier si le marché est approvisionné en sel iodé.
- Lorsque la vente de sel non iodé pour la consommation humaine n'est pas permise, établir s'il existe un marché illégal pour le sel non iodé.
- Si du sel iodé aussi bien que non iodé sont disponibles, chercher à découvrir la préférence des consommateurs et à connaître les différences de prix entre les deux types de sel.

PROCHE SURVEILLANCE AU NIVEAU DES MÉNAGES

Si l'objectif premier des contrôles au niveau des ménages est d'identifier les zones géographiques particulières où une proportion élevée des ménages ne disposent pas de sel adéquatement iodé, alors l'utilisation du CEQL (contrôle par échantillonnage de la qualité des lots) est appropriée. Contrairement aux enquêtes typologiques, la proche surveillance continue des ménages en utilisant le CEQL peut être faite plus fréquemment pour s'assurer que le programme d'iodation procède convenablement et qu'il rejoint tous les segments de la population. Au Chapitre 9, nous donnons plus de détails, de l'information technique précise et un exemple d'utilisation du CEQL.

Le but principal du recours au CEQL au niveau des ménages est de vérifier si la proportion des ménages utilisant du sel iodé dans un village est adéquate. Selon les résultats de l'échantillonnage, le village «réussira» ou «échouera». Si le village réussit, on présumera que la proportion des ménages utilisant du sel iodé est adéquate et que nul suivi n'est nécessaire. Si le village échoue, il est parfois nécessaire de pousser l'enquête afin de vérifier le fait que trop peu de ménages consomment du sel iodé et d'en établir les raisons. Une enquête au niveau des grossistes et des détaillants peut être faite parallèlement (voir Chapitre 6).

Liste de contrôle pour la proche surveillance utilisant le CEQL au niveau des ménages

- ☐ Établir quelles sont les unités géographiques les plus petites pour lesquelles l'échantillonnage CEQL est requis, ordinairement au niveau des districts ou des sous-districts.
- ☐ Décider de la durée de l'enquête en fonction des données recueillies qu'il faudra analyser et de l'utilisation des résultats.
- ☐ Sélectionner les sites de l'enquête, ex. écoles ou ménages.
- ☐ Établir les dimensions de l'échantillon en fonction des seuils et de la précision désirés. (Voir Chapitre 9)
- ☐ Créer le questionnaire.
- ☐ Sélectionner les ménages (village) ou élèves (école).
- ☐ Effectuer l'enquête.
- ☐ Analyser les données et faire des rapports sur les résultats.
- ☐ Utiliser les résultats pour prendre des mesures correctives si nécessaire.

En général, le recours au CEQL au niveau des ménages relèverait de la responsabilité de l'agent de la santé dans le district ou sous-district. Celui-ci doit s'assurer qu'au moins 90 % des ménages dans chaque village de sa juridiction consomment du sel iodé. Idéalement, l'analyse du sel dans les villages devrait être incorporée à ses autres activités (immunisation, santé de la mère et de l'enfant, etc.). Une fois que la taille de l'échantillon est établie, il y a un certain nombre d'étapes à franchir pour définir une stratégie CEQL afin d'identifier les localités à risque élevé (voir Chapitre 9).

La fréquence des enquêtes CEQL dépend de nombreux facteurs :

- En général, les zones où la pénétration est inadéquate font l'objet de sondages plus fréquents. Une fois qu'on en détecte une, des efforts doivent être déployés pour améliorer la situation et pour en confirmer l'évolution ultérieurement.
- La surveillance des ménages dans les régions où les TCI sont endémiques est parfois une priorité et peut être effectuée plus fréquemment que là où les TCI ne posent pas un aussi grave problème. Cependant, même une légère déficience en iode aura d'importantes séquelles sur la santé. Par conséquent, les zones à faible prévalence de TCI requièrent elles aussi un approvisionnement adéquat en sel iodé.
- La disponibilité d'effectifs pour effectuer l'enquête. Idéalement, les contrôles devraient être incorporés dans des activités existantes des agents de la santé. Ces derniers, lorsqu'ils utilisent les trousseaux d'analyse sommaire, auront besoin d'être formés à «échantillonner» les ménages ou les écoliers.

Questions d'ordre général en matière de consommation de sel dans les ménages en utilisant le CEQL

Définir la plus petite unité géographique à contrôler

Dans la plupart des cas, de l'information représentative sera recueillie au niveau du district ou sous-district. Cette décision sera fonction de quatre éléments :

- Les types de réponses ou d'interventions possibles et les ressources disponibles pour remédier à la situation.
- Les écarts que l'on prévoit dans la disponibilité et la distribution du sel iodé.
- Les ressources disponibles pour la collecte des données, leur traitement et les rapports à préparer.
- L'existence d'une infrastructure servant aux contrôles d'autres programmes ou activités de santé.

La collecte des données devrait être directement liée aux réponses et interventions possibles. La rentabilité peut être maintenue en sélectionnant la région administrative la plus restreinte capable de fournir de l'information significative pouvant être utile aux gestionnaires du programme de lutte contre les TCI au niveau national, provincial et des districts. Il faut en outre prendre en considération les autres activités continues de surveillance et de contrôle qui se déroulent à ces niveaux, la fiabilité de l'information recueillie, et la capacité que l'on a d'intégrer les contrôles sur le sel dans les régimes existants.

Idéalement, tous les villages d'un district ou sous-district devront être inspectés. S'ils sont trop nombreux, il est toujours possible d'en établir une liste exhaustive et de faire une sélection aléatoire d'une trentaine d'entre eux. À cet égard, on peut avoir recours à la table des nombres aléatoires (Chapitre 8) ou encore faire une sélection systématique. Ensuite, sur une période de temps donnée (ex. une année), chaque fois qu'un agent de la santé se rend dans un village ou se trouve à proximité, il/elle analyserait des échantillons de sel. Cela reviendrait à inspecter moins de trois villages par mois. À noter que lorsqu'un village échantillonné «échoue», il est susceptible d'être représentatif d'autres villages des alentours et il serait bon alors d'enquêter plus loin afin d'établir l'étendue du problème.

Durée des contrôles à effectuer (échéancier)

Il s'agit de la durée de temps requise pour effectuer un cycle complet de contrôles de façon à couvrir chaque site. Par exemple, s'il y a soixante villages dans un district, combien de temps faudra-t-il pour inspecter chaque village et échantillonner les ménages? Idéalement, comme nous le mentionnions, les contrôles du sel devraient être incorporés dans d'autres activités de santé publique. Si une équipe d'immunisation passe par un village tous les trois mois, elle peut échantillonner le sel dans les ménages par la même occasion et, par conséquent, un cycle de contrôles

serait complété en trois mois. Si des travailleurs sanitaires inspectent l'eau dans chaque village une fois par an, ils pourraient aussi échantillonner le sel et un cycle complet de contrôles prendrait alors un an. Les rapports sommaires au district quant aux résultats peuvent être plus fréquents, peut-être tous les mois ou tous les trois mois.

Enquête des sites (ménages ou écoles)

Pour estimer la proportion des ménages consommant du sel iodé, on peut soit se présenter directement chez eux et recueillir l'information, soit aller dans les écoles et demander aux enfants d'apporter des échantillons de sel à analyser. Les avantages et inconvénients de chaque approche sont les mêmes que pour les enquêtes de distribution dont nous avons déjà discuté dans ce chapitre.

S'il y a plusieurs écoles dans le village, on peut en sélectionner une au hasard. Mais il y a un risque que les échantillons analysés dans cette école ne soient pas représentatifs de la collectivité.

Création des questionnaires

Des spécimens de formules à utiliser pour analyser les échantillons sont présentés au début de ce chapitre et seraient analogues aux formules utilisées pour les enquêtes de distribution.

Sélection de ménages (village) ou d'élèves (école)

Une fois qu'il a été établi s'il faut enquêter dans tous les villages ou seulement choisir quelques-uns, il faut alors sélectionner ceux que l'on échantillonnera dans chaque localité. On peut utiliser la même méthode de sélection des ménages que dans les enquêtes du PEV, laquelle est décrite de façon plus détaillée au Chapitre 8, dans les sections : *Sélection des ménages dans un village*, *Sélection du premier ménage*, et *Sélection des ménages subséquents*.

Si les écoles deviennent le point de mire des contrôles, il y a deux façons possibles de les sélectionner : soit échantillonner chaque école dans le village, soit en sélectionner une au hasard en utilisant la table des nombres aléatoires (voir Chapitre 8). Une fois qu'une école est choisie, les élèves devront eux aussi être sélectionnés. Voir Chapitre 8, *Sélection des élèves dans une école*.

Relayer l'information aux niveaux administratifs supérieurs

C'est au Chapitre 6, dans la section intitulée *Relayer l'information aux paliers administratifs supérieurs*, que l'on discute des aspects particuliers relatifs à la transmission des résultats d'analyse du sel.

Si l'on décide qu'il est important d'avoir un système de rapports intermédiaires, l'information relayée devrait être très succincte. Par exemple, dans les cas d'un système de CEQL appliqué dans les ménages, l'information pourrait se présenter comme nous le montrons à la Figure 7-4. Pour le même système, mais appliqué dans les écoles, nous présentons un spécimen à la Figure 7-5.

Figure 7-4

Spécimen d'une formule de rapport mensuel sur les contrôles du sel dans les ménages du district

FORMULE DE RAPPORT MENSUEL SUR LES CONTRÔLES DU SEL DANS LES MÉNAGES – MINISTÈRE DE LA SANTÉ, 1995				
District _____	Mois/Année du rapport ____/____			
Nbre de villages dans le district _____	Valeurs utilisées pour a : P_o P_a n d			
Combien de villages ont été inspectés ce moi-ci? Combien y a-t-il eu d'échecs?				
Liste des producteurs indiqués sur les sacs marqués «sel iodé» et résultats des tests :				
Nom du producteur	Nbre d'échantillons testés	Nbre d'échecs		
	ETC.			
^a Voir Chapitre 9 pour plus de renseignements sur ces valeurs et leurs définitions				

Figure 7-5

Spécimen de rapport mensuel sur les contrôles du sel dans les écoles du district

RAPPORT MENSUEL SUR LES CONTRÔLES DU SEL DANS LES ÉCOLES DU DISTRICT – MINISTÈRE DE LA SANTÉ, 1995				
District _____	Mois/Année du rapport ____/____			
Nbre de villages dans le district _____	Valeurs utilisées pour a: P_o P_a n d			
Combien d'écoles ont été inspectées ce moi-ci? Combien y a-t-il eu d'échecs?				
^a Voir Chapitre 9 pour plus de renseignements sur ces valeurs et leurs définitions				

Grâce aux rapports illustrés aux Figures 7–4 et 7–5, le district pourra établir la proportion des réussites et des échecs dans les villages et les écoles.

Utilisation des résultats des enquêtes de CEQL dans les ménages

À partir des données recueillies au niveau du district ou sous-district, il est possible de «cartographier» la distribution des villages à réussite ou à échec afin d'obtenir une représentation visuelle des zones à problème. En définitive, les résultats des villages échantillonnés devront servir à améliorer la dissémination. Pour les villages qui auront «échoué», il faudra poursuivre l'enquête pour savoir pourquoi. Tout d'abord, il faut retourner dans la localité et échantillonner des ménages additionnels. Si le problème est avéré, l'enquête supplémentaire devra notamment répondre aux questions suivantes :

- Le marché local est-il adéquatement approvisionné en sel iodé? (Voir Chapitres 6 et 9)
- Peut-on facilement obtenir du sel non iodé au marché local? (Voir Chapitres 6 et 9)
- L'échec est-il attribuable à ce qu'en dépit du fait que les sacs sont marqué «sel iodé», les analyses révèlent que la teneur en iode n'est pas adéquate?
- Le sel «iodé» est-il convenablement conservé dans le ménage?
- Les consommateurs préfèrent-ils le sel non iodé? Et pourquoi?
- Si les deux types de sel sont disponibles, quelle est la différence de prix?

Les agents de la santé dans le district devraient faire usage de leurs propres ressources et se tourner vers d'autres, le cas échéant, pour s'attaquer au problème. Voici quelques-unes des activités qu'ils pourraient entreprendre :

- S'assurer que les commerces ne vendent que du sel iodé.
- Fournir aux marchands une liste des distributeurs de sel iodé.
- Encourager les producteurs de sel iodé à distribuer leurs produits dans la région.
- Confisquer le sel non iodé s'ils y sont autorisés par la loi et la réglementation.
- S'assurer que les commerces procèdent à un roulement ordonné de leurs stocks de sel.
- S'assurer que le sel iodé n'est pas vendu à des prix excessifs.
- Distribuer des messages éducatifs sur l'importance du sel iodé.

- Distribuer des messages éducatifs sur l'entreposage convenable du sel iodé.
- Se pencher sur la question de la préférence de certains consommateurs pour le sel non iodé.
- Publier dans le quotidien local une liste des producteurs qui iodent leur sel adéquatement.
- Signaler les problèmes au ministère de la Santé (provincial ou national) en spécifiant les producteurs dont le sel n'est pas adéquatement iodé.

RÉFÉRENCES

1. Unité de surveillance et d'évaluation de l'UNICEF. Monitoring the Mid-Decade Goals Through Multiple-Indicator Surveys, document provisoire sur les méthodes, 1994. New York : UNICEF.

CHAPITRE 8

ENQUÊTES TYPOLOGIQUES

INTRODUCTION

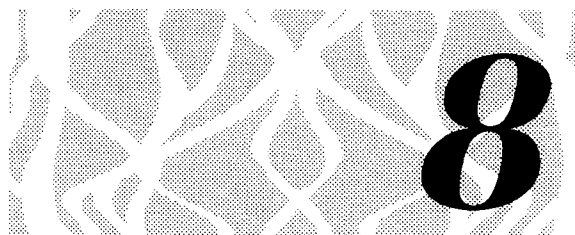
La méthode la plus répandue pour contrôler une intervention ou mesurer l'ampleur d'un problème consiste à faire une rapide enquête typologique de la population. Dans ce chapitre, nous décrivons les méthodes pour évaluer la proportion des ménages qui consomment du sel adéquatement iodé - enquêtes typologiques, de «dissémination», mentionnées au Chapitre 7. Si le but premier d'une enquête est de déceler de petites populations isolées qui sont privées d'un accès adéquat à du sel iodé, alors un autre type d'enquête - CEQL (contrôle par échantillonnage de la qualité des lots) - serait plus approprié (voir Chapitres 7 et 9). Il existe d'autres méthodes de sondage, comme le recours à des sites «sentinelles», qui pourraient également être utiles mais dont nous ne discutons pas dans ce document.

On peut avoir recours à des enquêtes basées sur la population pour estimer la proportion des ménages qui consomment du sel adéquatement iodé. Elles peuvent également contribuer à identifier des sous-groupes à risque élevé de non consommation, notamment dans les villages privés d'électricité. Cette méthode n'est pas très utile s'il s'agit de passer au crible un grand nombre de villages pour cerner des secteurs «à problème». Si l'enquête est représentative de la population, elle peut offrir une base de comparaison avec les enquêtes subséquentes.

Du fait que les enquêtes sont parfois coûteuses et prennent énormément de temps, on devrait toujours essayer d'incorporer l'analyse du sel dans les ménages dans d'autres enquêtes existantes ou prévues. Parmi les enquêtes de routine effectuées dans de nombreux pays, mentionnons : celles du PEV (Programme élargi de vaccination), des MDE (Maladies diarrhéiques de l'enfance), les EDS (Enquêtes démographiques et sur la santé), les enquêtes dans les écoles, celles qui portent sur la main-d'oeuvre, les revenus, dépenses et achats alimentaires. En vérifiant auprès d'autres ministères, on connaîtra les types d'enquêtes dans les ménages qui sont prévues et l'on déterminera ainsi si les administrations sont disposées à recueillir du même coup des données sur le sel consommé dans les ménages.

Si la décision est prise d'incorporer l'échantillonnage du sel dans une autre enquête, les données devraient être représentatives d'une plus vaste population et être disponibles dans des délais raisonnables. Il ne faudra concevoir et exécuter une enquête distincte que s'il n'est pas possible d'intégrer une étude de la consommation de sel dans les ménages à d'autres enquêtes prévues. Même si une bonne partie de ce chapitre porte principalement sur la conception de nouvelles enquêtes, certains aspects seront utiles à une incorporation de l'information sur le sel dans les ménages dans une enquête existante.

Dans ce chapitre, nous discuterons des méthodes pour exécuter des enquêtes et pour utiliser le programme d'information du PEV, appelé «Csample», pour analyser les données d'enquête.



CONCEPTION ET EXÉCUTION D'UNE ENQUÊTE

Si la collecte de l'information sur le sel fait partie d'une enquête existante ou déjà prévue, cela peut avoir pour inconvénient que l'on ne contrôlerait pas nécessairement le nombre des ménages ou écoles de l'échantillon. Par exemple, l'enquête PEV standard recueille des données dans 30 villages, et dans chacun, on recueille l'information dans les ménages auprès de sept enfants appartenant à un certain groupe d'âge. Pour trouver les sept enfants qui font l'affaire, on est parfois obligés de s'adresser à une quarantaine de ménages. L'échantillonnage du sel pourrait être prélevé dans tous les ménages où l'on se rend, qu'il y ait des enfants de l'âge voulu pour l'enquête PEV ou pas.

Si l'échantillonnage du sel ne peut pas être incorporé dans une enquête existante, on peut toujours effectuer une enquête des ménages ou des écoles. Dans les enquêtes des ménages, une «grappe» (catégorie typologique) est ordinairement désignée comme étant un village, une collectivité, ou une ville; dans les enquêtes des écoles, la «grappe» est une école. Dans un cas comme dans l'autre, il est recommandé de sélectionner 30 sites d'enquête : villages ou villes dans le cas des ménages; ou écoles, autrement. (Pour plus de renseignements sur les raisons pour lesquelles on sélectionne 30 grappes, voir Binkin et al.1).

Pour les enquêtes des ménages :

- Étape 1.** Sélectionner les villages/villes à sonder
- Étape 2.** Établir le nombre de ménages à sonder dans chaque ville ou village
- Étape 3.** Sélectionner les ménages dans chaque village/ville

Pour les enquêtes des écoles :

- Étape 1.** Sélectionner les écoles
- Étape 2.** Établir le nombre d'échantillons de sel à analyser dans chaque école
- Étape 3.** Sélectionner les enfants qui devront, dans chaque école, apporter avec eux un échantillon

Le nombre de ménages à inspecter dans chaque village ou d'échantillons de sel à analyser dans chaque école dépend des ressources dont on dispose et du degré de précision souhaité dans l'estimation.

Note technique :

«Précision» est un terme qui décrit le degré de proximité qui existera entre l'estimation et la proportion réelle. Il est plus commode de décrire ce qu'est la précision en termes de l'importance de l'écart des intervalles de confiance à 95 % par rapport à la proportion estimée. Par exemple, si l'on constate, au terme d'une enquête, que 50 % des foyers consomment du sel iodé et que les limites inférieure et supérieure de la confiance à 95 % étaient de 10 % et de 90 % respectivement, il s'agirait là d'une étude de très faible précision. L'interprétation qui s'imposerait serait que bien qu'il y ait eu constat que 50 % des ménages sondés consomment du sel iodé, on est confiant à 95 % que la proportion «réelle» se situe à entre 10 % et 90 % (limites supérieure et inférieure), c'est-à-dire que les données de l'enquête pourraient également signifier que la proportion réelle des ménages disposant de sel adéquatement iodé pourrait être aussi faible que 10 % ou aussi élevée que 90 %. Une enquête plus précise qui aurait estimé que 50 % des ménages disposent de sel iodé aurait des limites plus étroites pour ce qui est du coefficient de certitude (confiance), disons 40 % et 60 %.

La précision dans les enquêtes typologiques se fonde principalement sur trois facteurs : les dimensions de l'échantillon, la proportion estimée, et l'effet du plan de sondage. En général, à mesure qu'augmentent les dimensions de l'échantillon, la précision s'améliore (c.-à-d. les intervalles de confiance se rétrécissent). L'effet du plan de sondage (EPS) est une mesure de la «formation en grappes» des résultats d'une enquête typologique. Une explication plus poussée sur l'EPS échappe à la portée du présent document, mais qu'il suffise de dire qu'alors que les enquêtes typologiques sont extrêmement utiles pour réduire à un minimum le nombre de villages qu'il faudra sonder, le revers de la médaille est que l'écart augmente, ce qui fait que les intervalles de confiance sont plus espacés (c.-à-d. il y a moins de précision que si le même nombre de ménages avait été sélectionné au hasard dans la région visée). Cependant, les avantages offerts par les enquêtes typologiques en termes d'efficacité accrue et de coûts réduits contrebalancent amplement ce problème d'EPS.

Le minimum recommandé pour les dimensions de l'échantillon, sur la base de 30 grappes, est de dix ménages dans chaque village pour les enquêtes de ménages ou dix enfants dans chaque école pour les enquêtes d'écoles.² Cela donne un total de 300 échantillons de sel à analyser.

Si l'on dispose de suffisamment de ressources, il est possible d'obtenir un plus grand nombre d'échantillons dans chaque grappe. Cependant, plus de 30 échantillons par grappe n'apporte qu'une très petite amélioration dans la précision. Dans les écoles, cela n'augmente pas beaucoup les coûts ou le temps de l'enquête que d'augmenter de dix à trente le nombre des élèves qui apporteront un échantillon de sel. Mais dans le cas des enquêtes des ménages, plus il y a de ménages par grappe, plus l'enquête devient onéreuse en termes de temps et d'argent. Pour un complément d'information sur les calculs relatifs aux dimensions des échantillons, voir Appendice 8-1.

ENQUÊTES DES MÉNAGES

Sélection des villages/villes à sonder

Dans les enquêtes des ménages, les localités que l'on échantillonne sont ordinairement sélectionnées grâce à une technique appelée «probabilité proportionnelle à la taille» ou PPT (ici il s'agit de la taille de l'échantillon de population). En vertu de cette méthode, la probabilité qu'une localité soit sélectionnée est proportionnelle à l'importance de sa population, c.-à-d. les grandes villes sont plus susceptibles d'être sélectionnées que les petits villages. La méthode PPT de sélection des sites d'enquête est utilisée dans les enquêtes PEV.

La première étape consiste à obtenir les meilleures données disponibles du recensement pour chaque village et ville de la zone visée. On fait ensuite une liste à trois colonnes (voir Table 8-1). La première colonne énumère les noms des villes et villages (soit la «localité»). La deuxième colonne contient les populations de chaque localité. Enfin, la troisième colonne donne le total cumulatif de population obtenu en ajoutant la population de chaque localité au total des populations précédentes. La liste peut refléter l'ordonnement des données du recensement national, ou par ordre décroissant de population, ou encore organisée de toute autre manière. On obtient un intervalle d'échantillonnage en divisant la taille totale de la population par le nombre de grappes souhaité. Un nombre aléatoire situé entre 1 et l'intervalle d'échantillonnage est choisi (Appendice 8-2) comme point de départ, et l'intervalle d'échantillonnage est ajouté en séquence au nombre aléatoire jusqu'à ce que l'on ait retenu 30 grappes. (L'Appendice 8-2 contient des instructions sur la manière d'utiliser la table des nombres aléatoires.) Les 30 grappes doivent être situées sur une carte de la région, et une séquence logique pour le travail de terrain devra être définie pour chacune des équipes d'enquête.

Exemple : Sélection des villages dans une enquête typologique

Prenons une région fictive que nous appellerons El Saba, où il y a 50 localités (Table 8-1). En réalité, il y aurait habituellement beaucoup plus que 50 villages, mais ce nombre nous servira pour illustrer la méthode. La première colonne contient les noms de localités, la deuxième la population de chacune, et la troisième la population cumulative. Une quatrième colonne servira à identifier les localités où l'on aura sélectionné une ou plusieurs grappes. Voici les quatre étapes pour sélectionner les localités à incorporer dans l'enquête :

Étape 1 : Calculer l'intervalle d'échantillonnage en divisant le total de la population par le nombre de grappes. Dans cet exemple, $24\,940 / 30 = 831$.

Étape 2 : Choisir au hasard un point de départ situé entre 1 et l'intervalle d'échantillonnage (dans cet exemple, 831) en utilisant la table des nombres aléatoires à l'Appendice 8-2. Pour cet exemple, le nombre 710 est choisi au hasard.

Étape 3 : La première grappe se situera là où l'on retrouvera le 710^e individu selon la colonne de la population cumulative; dans cet exemple, Mina.

Étape 4 : Continuer à sélectionner les grappes en additionnant 831 de façon cumulative. Par exemple, la deuxième grappe se trouvera dans le village où la valeur 1 541 est située ($710 + 831 = 1541$), et il s'agit de Bolama. La troisième grappe se retrouvera là où sera située la valeur 2 372 ($1541 + 831 = 2372$), et ainsi de suite. Dans les localités à grande population, il y aura sans doute plus d'une grappe.

Si deux grappes sont sélectionnées dans une ville, diviser la ville en deux sections à peu près égales en population. Effectuer l'enquête dans chaque zone selon la description. Il va de soi que s'il y a trois grappes ou plus dans une ville, il faudra la diviser en trois sections ou plus, de taille à peu près égale en termes de population.

Table 8-1

Sélection des localités (région d'El Saba) - méthode PPT

Localité	Pop.	Cum.	Grappe	Localité	Pop.	Cum.	Grappe
Utural	600	600		BanVinai	400	10 880	13
Mina	700	1 300	1	Puratna	220	11 100	
Bolama	350	1 650	2	Kegalni	140	11 240	
Taluma	680	2 380	3	Hamali-Ura	80	11 320	
War-Yali	430	2 810		Kameni	410	11 730	14
Galey	220	3 030		Kiroya	280	12 010	
Tarum	40	3 070		Yanwela	330	12 340	
Hamtato	150	3 220	4	Bagvi	440	12 780	15
Nayjaff	90	3 310		Atota	320	13 100	
Nuviya	300	3 610		Kogouva	120	13 220	16
Cattical	430	4 040	5	Ahekpa	60	13 280	
Paralai	150	4 190		Yondot	320	13 600	
Egala-Kuru	380	4 570		Nozop	1 780	15 380	17,18
Uwanarpol	310	4 880	6	Mapazko	390	15 770	19
Hilandia	2 000	6 880	7,8	Lotohah	1 500	17 270	20
Assosa	750	7 630	9	Voattigan	960	18 230	21,22
Dimma	250	7 880		Plitok	420	18 650	
Aisha	420	8 300	10	Dopoltan	270	18 900	
Nam Yao	180	8 480		Cococopa	3 500	22 400	23,24,25,26,27
Mai Jarim	300	8 780		Famegzi	400	22 820	
Pua	100	8 880		Jigpelay	210	22 840	
Gambela	710	9 590	11	Mewoah	50	22 890	
Fugnido	190	9 880	12	Odigla	350	23 240	28
Degeh Bur	150	10 030		Sanbati	1 440	24 680	29
Mezan	450	10 480		Andidwa	260	24 940	30

Sélection des ménages dans un village

Il y a plusieurs moyens de sélectionner des ménages dans un village. La méthode utilisée dans les enquêtes PEV, qui propose une approche de bon sens à la sélection des ménages, est décrite ici.³ Si un ménage est retenu pour l'échantillon, il faudra s'assurer autant que possible que l'on réussira à mettre la main sur toutes les personnes qui en font partie. Il est plus facile d'enquêter aux heures où les gens sont le plus susceptibles d'être chez eux ou en sollicitant des notables de la localité qu'ils demandent à leurs concitoyens de ne pas trop s'éloigner de la maison jusqu'à ce que l'échantillonnage soit complété.

La sélection des ménages implique deux étapes : d'abord, la sélection du premier ménage à visiter; ensuite, celle des ménages suivants. Pour le premier ménage, différentes méthodes s'offrent en fonction de la taille de la localité et de l'éventuelle disponibilité d'une liste ou d'un plan des ménages. Étapes décrites en détail ci-dessous.

Sélection du premier ménage

Méthode 1 - Petit village où l'on dispose d'une liste ou d'un plan des ménages :

Certains villages ont parfois une liste ou un plan des ménages assez complet dans les registres du recensement ou dans les dossiers du fisc. Dans les petits villages, il est parfois possible de cartographier rapidement la localité et le nombre des ménages (s'il y en a moins d'une centaine). Les étapes :

Étape 1 : Numéroté tous les ménages.

Étape 2 : Sélectionner au hasard un nombre situé entre 1 et le numéro de ménage le plus élevé, à partir d'une table de nombres aléatoires, ou même en s'inspirant du numéro d'un billet de banque.

Étape 3 : Se rendre dans les ménages sélectionnés et recueillir l'information nécessaire à l'enquête.

Méthode 2 - Petit village où l'on ne dispose pas d'une liste ou d'un plan des ménages :

S'il y a plus de 100 ménages et qu'on ne dispose pas d'une liste ou d'un plan, il est parfois commode de créer une telle liste. Les étapes :

Étape 1 : Choisir une place centrale - place du marché, mosquée ou église.

Étape 2 : Choisir au hasard une direction à suivre vers le périmètre du village. On peut faire pivoter une bouteille (ou un crayon) par terre et suivre la direction indiquée par le goulot lorsqu'il cessera de tourner.

Étape 3 : Compter tous les ménages que l'on trouvera entre la place centrale et le périmètre du village.

Étape 4 : Choisir au hasard un nombre situé entre 1 et le nombre total des ménages que l'on aura compté. Ce sera celui du premier ménage à visiter.

Méthode 3 - Zones urbaines :

S'il faut enquêter dans une grande zone urbaine, on peut toujours diviser la zone en sections plus petites et plus ou moins égales (en population). Choisir ensuite au hasard l'un de ces secteurs. Si le secteur choisi possède une liste des ménages, on utilisera la Méthode 1 déjà

décrite pour le premier ménage. Sinon, on utilisera alors la Méthode 2 déjà décrite aussi, sauf que, à l'Étape 2, il faudra marcher vers le périmètre du secteur plutôt que de la ville. Autre méthode possible dans une zone urbaine : choisir au hasard un pâté de maisons et sélectionner de façon aléatoire le premier ménage à visiter dans ce pâté.

Sélection des ménages subséquents

Une fois le premier ménage sélectionné, le deuxième à choisir sera celui dont la porte d'entrée est le plus près du premier (la direction du deuxième et des suivants importe peu). Le troisième serait celui dont la porte d'entrée est le plus près du suivant (excluant les ménages déjà visités). Répéter cette démarche jusqu'à ce que l'on ait le nombre voulu de ménages.

En zone urbaine, il y a parfois des résidences multifamiliales, notamment des immeubles à appartements. Selon une approche, on relève le nombre d'étages, on en choisit un au hasard, on s'y rend, on numérote les appartements, on en choisit un au hasard, et puis on suit la méthode de «la porte d'entrée la plus proche» pour choisir les suivants. Si vous avez visité tous les ménages à cet étage et qu'il vous en faut davantage pour compléter l'enquête, rendez-vous à la porte d'entrée de l'immeuble et choisissez la porte d'entrée la plus proche de la résidence suivante et répétez le processus.

Note : Dans le cas des enquêtes des ménages, le recours à la méthode de «la porte d'entrée la plus proche» pour choisir les ménages risque de donner un échantillon qui n'est pas représentatif du village. Il faut par conséquent interpréter les résultats au niveau de la grappe avec prudence.

ENQUÊTES DES ÉCOLES

Les deux principales questions à résoudre pour faire les enquêtes des écoles sont les suivantes :

- 1) Comment sélectionner les écoles pour l'enquête; et
- 2) Comment sélectionner les élèves dans cette école.

Sélection des écoles

Lorsque l'on fait des enquêtes des écoles dans une région donnée, les premières questions auxquelles il faudra répondre sont les suivantes :

1. Y a-t-il une liste de toutes les écoles dans la région?
2. Si elle existe, connaît-on le nombre d'élèves dans chaque école?

Dans la plupart des régions, on dispose d'une liste des écoles et du nombre d'élèves dans chacune. Dans ce cas, la sélection des écoles serait faite selon la méthode PPT décrite pour la sélection des villages. S'il y a une liste des écoles et qu'on ne connaît pas le nombre des élèves, on pourra choisir les écoles par sélection systématique. Le recours à la sélection systématique plutôt qu'à la méthode PPT complique quelque peu l'analyse, mais s'il n'y a pas moyen d'obtenir le nombre des élèves sans difficulté, on n'a pas d'autre choix. S'il y a un nombre extrêmement élevé d'écoles dans une région ou qu'il n'y a pas de liste de toutes les écoles, on pourra utiliser l'une des méthodes décrites ci-dessous.

Méthode 1 - On connaît le nombre des écoles et des élèves :

Dans cette situation, la méthode PPT est préférable (déjà décrite dans ce chapitre pour sélectionner les villages). Tout d'abord, générer une liste des écoles, semblable à celle qui apparaît à la Table 8-2. Deuxièmement, établir le nombre cumulatif des élèves. Finalement, la sélection des écoles selon la méthode PPT est la même que pour la sélection des villages.

Table 8-2

Sélection des écoles selon la méthode PPT

École	Élèves	Cumulatif	Grappe
Utural	600	600	
Mina	700	1 300	1
Bolama	350	1 650	2
Taluma	680	2 380	3
etc.			

Méthode 2 - On dispose d'une liste des écoles mais on ne connaît pas le nombre des élèves :

Lorsqu'on dispose d'une liste des écoles et qu'on ne connaît pas le nombre des élèves dans chacune d'entre elles, il faut alors avoir recours à la méthode de sélection systématique. Les étapes sont les suivantes :

Étape 1 : Obtenir la liste des écoles et les numéroté de 1 jusqu'à ce que l'on atteigne le nombre total des écoles

Étape 2 : Compter le nombre des écoles (N).

Étape 3 : Établir le nombre des écoles à échantillonner (n), qui est ordinairement de trente.

Étape 4 : Calculer l'«intervalle d'échantillonnage» (k) en divisant N/n (toujours arrondir à la baisse vers le nombre entier le plus proche).

Étape 5 : Sélectionner à partir de la table des nombres aléatoires (Appendice 8-2) un nombre qui se situe entre 1 et k. Quel que soit ce nombre, ouvrir la liste des écoles et inclure cette école dans l'enquête.

Étape 6 : Sélectionner chaque kième école après la première école sélectionnée.

Exemple : Sélection systématique des écoles

À des fins d'illustration, la Table 8-3 donne une liste de cinquante écoles. Comment choisir huit écoles?

Étape 1 : La liste apparaît à la Table 8-3.

Étape 2 : Il y a cinquante écoles, donc N=50.

Étape 3 : Le nombre des écoles à échantillonner est de 8, donc n=8.

Étape 4 : L'intervalle d'échantillonnage est de $50/8 = 6,25$; arrondir à la baisse vers l'entier le plus proche qui est 6; donc k=6.

Étape 5 : Choisir dans la table des nombres aléatoires un nombre situé entre 1 et 6 (inclusivement); disons 3. La première école à sélectionner est donc la troisième sur la liste (dans cet exemple, Bolama)

Étape 6 : Sélectionner chaque sixième école par la suite; dans cet exemple, les écoles retenues seraient 3, 9, 15, 21, 27, 33, 39, et 45.

Table 8-3

Choix des écoles selon la méthode de sélection systématique

École	Sélectionnée?
1 Utural	
2 Mina	
3 Bolama	Oui
4 Taluma	
5 War-Yali	
6 Galey	
7 Tarum	
8 Hamtato	
9 Nayjaff	Oui
10 Nuviya	
11 Cattical	
12 Paralai	
13 Egala-Kuru	
14 Uwanarpol	
15 Hilandia	Oui
16 Assosa	
17 Dimma	
18 Aisha	
19 Nam Yao	
20 Mai Jarim	
21 Pua	Oui
22 Gambela	
23 Fugnido	
24 Degeh Bur	
25 Mezan	
26 BanVinai	
27 Puratna	Oui
28 Kegalni	
29 Hamali-Ura	
30 Kameni	
31 Kiroya	
32 Yanwela	
33 Bagvi	Oui
34 Atota	
35 Kogouva	
36 Ahekpä	
37 Yondot	
38 Nozop	
39 Mapazko	Oui
40 Lotohah	
41 Voattigan	
42 Plitok	
43 Dopoltan	
44 Cococopa	
45 Famegzi	Oui
46 Jigpelay	
47 Mewoah	
48 Odigla	
49 Sanbati	
50 Andidwa	

Dans certaines circonstances, on finit en fait par en sélectionner plus que le nombre dont on a besoin. Dans l'exemple ci-dessus, si le nombre choisi au hasard à l'Étape 5 avait été 1 ou 2, on se serait retrouvé avec neuf écoles plutôt que huit. Cela est dû au fait que la valeur de k a été arrondie à la baisse de 6,25 à 6. Pour éliminer une école de façon à avoir une sélection de huit seulement, on peut encore se servir de la table des nombres aléatoires, choisir un nombre, et l'école qui correspond à ce nombre aléatoire est éliminée de l'enquête. Pour analyser convenablement les données recueillies lorsque l'on utilise l'échantillonnage systématique, on peut essayer d'obtenir un complément d'information, notamment le nombre d'élèves admissibles dans chaque école, et à partir de là établir des pondérations statistiques. Nous en discutons de façon plus détaillée ci-dessous dans la section d'analyse des données d'enquête.

Méthode 3 - Un nombre extrêmement élevé d'écoles :

Lorsque les populations sont très importantes, il n'est pas toujours possible ou efficace de choisir les écoles selon la méthode PPT ou de sélection systématique. Par exemple, la province de Szechuan (Chine) a une population d'une centaine de millions d'habitants : même si l'on avait une liste des écoles de la province, il faudrait beaucoup de temps et d'effort pour les choisir selon la méthode PPT, ou de sélection systématique. Une autre approche consisterait donc à sélectionner d'abord des districts (en Chine, on les appelle «comtés») selon la méthode PPT : établir une liste des districts, populations, et populations cumulatives (sélection PPT déjà décrite); choisir ensuite le nombre d'écoles à sonder (PPT sur la base de la population cumulative). Pour les districts où l'on devra sélectionner plus d'une «grappe», aller dans le district et choisir les écoles (table des nombres aléatoires). Par exemple, si un district a 200 écoles, prendre une liste des écoles et les numéroter de 1 à 200. Ensuite, se servir de la table et choisir au hasard un nombre situé entre 1 et 200. S'il faut choisir deux écoles dans un district, alors choisir deux numéros au hasard. Même si cela n'est pas techniquement correct, il serait acceptable d'analyser les données des écoles comme si les établissements avaient été choisis selon la méthodologie PPT.

Choisir les élèves dans une école

Le moyen le plus simple de choisir les élèves dans une école est d'appliquer la sélection systématique, de la même manière que pour la sélection des écoles, avec certaines modifications en fonction du nombre d'élèves admissibles dans l'école et du nombre d'élèves à échantillonner. Les étapes à suivre sont présentées ci-dessous :

Étape 1 : Obtenir une liste des élèves des classes à sonder et les numéroter en séquence de 1 jusqu'au nombre total des élèves admissibles.

Étape 2 : Compter le nombre d'élèves (N).

Étape 3 : Établir le nombre d'élèves à échantillonner (n), ordinairement entre 10 et 40.

Étape 4 : Si N/n est inférieur à 1, échantillonner tous les élèves. Si N/n est supérieur ou égal à 1 et inférieur à 2, alors il est ordinairement plus facile de choisir plutôt les enfants à exclure de l'enquête. Calculer l'«intervalle

d'échantillonnage» (k) en divisant $N/(N-n)$, en arrondissant toujours à la baisse vers l'entier le plus proche. Choisir un nombre aléatoire de 1 à k . Le nombre choisi sera celui du premier enfant à exclure de l'enquête; exclure chaque k ème enfant. Si N/n est supérieur ou égal à 2, choisir les élèves à inclure dans l'enquête. Calculer l'«intervalle d'échantillonnage» (k) en divisant N/n , en arrondissant toujours à la baisse vers l'entier le plus proche. Choisir un numéro au hasard entre 1 et k . Inclure chaque k ème enfant.

Exemples

1. Si une école retenue n'a que 18 élèves admissibles alors qu'il en faut 20, les 18 élèves devront apporter du sel à l'école. On peut toujours se tourner vers les classes plus grandes ou plus petites et choisir au hasard deux enfants de plus, mais ne pas sélectionner une autre école pour obtenir des échantillons supplémentaires.

2. S'il y a 28 élèves admissibles dans l'école et qu'il en faut 20, calculer l'intervalle d'échantillonnage (k) en divisant $N/(N-n) = 28/(28 - 20) = 28/8 = 3,5$, qui est arrondi à la baisse à 3 (Étape 4 ci-dessus). Choisir ensuite au hasard un nombre de 1 à 3. Par exemple, si le nombre retenu est 2, exclure le deuxième enfant de l'enquête et, par la suite, chaque troisième enfant est exclu. Par conséquent, les élèves à ne pas sonder sont 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, et 26.

À présent la liste des enfants à exclure contient neuf numéros mais on n'a besoin d'exclure que huit. Utiliser la table des nombres aléatoires pour choisir l'un de ces enfants à inclure dans l'enquête. Pour cet exemple, disons que le nombre 17 est choisi au hasard pour inclusion; les enfants 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 27 et 28 seraient donc inclus.

3. Si une école a 143 élèves admissibles et qu'il en faut dix, l'intervalle d'échantillonnage serait de $k = 143/10 = 14,3$ arrondi à la baisse à 14. Chaque 14e enfant sera donc inclus. Choisir un numéro au hasard de 1 à 14 (incl.) - table des nombres aléatoires. L'enfant correspondant au numéro ainsi sélectionné sera retenu. Ensuite, chaque 14e enfant est inclus. Par exemple, si le nombre aléatoire choisi est 6, les enfants correspondant aux numéros suivants seraient inclus dans l'enquête : 6, 20, 34, 48, 62, 76, 90, 104, 118 et 132.

Autres possibilités

Dans les situations où garçons et filles fréquentent la même école, rien ne change. Lorsque garçons et filles fréquentent des écoles distinctes, chaque fois qu'une école d'un sexe est sélectionnée, l'école la plus proche du sexe opposé sera également choisie. Par exemple, une enquête doit être menée dans une région où garçons et filles fréquentent des écoles distinctes. L'enquête doit sélectionner 30 écoles et échantillonner 20 élèves dans chacune. Les écoles sont donc choisies et, chaque fois que l'on se rend dans une école de garçons seulement, on recueille l'information sur dix écoliers; ensuite, on se rend à l'école de filles la plus proche, et on recueille des échantillons de sel de dix écolières.

ANALYSE DES DONNÉES D'ENQUÊTE

Avec la disponibilité accrue des micro-ordinateurs, on peut entrer les données relativement vite et les analyser sur le terrain. La proportion calculée des ménages consommant du sel adéquatement iodé est une estimation de la population générale. Les intervalles dans le coefficient de confiance présentent une série de valeurs à l'intérieur desquelles la proportion «véritable» est susceptible d'être «saisie».

Avant d'effectuer les divers types d'analyses, il faut réfléchir aux questions qui seront critiques à la prise de décisions, notamment : y a-t-il une proportion plus importante des ménages qui ne consomment pas du sel iodé? Si oui, que peut-on faire pour améliorer la situation? Quelles sont les stratégies en droit ou en termes de communication qui ont des chances d'améliorer la situation? Les analyses devront accorder la priorité à ces questions alors que d'autres analyses pourront être faites plus tard pour s'attaquer aux besoins d'information moins urgents.

Dans l'interprétation des données, il importe absolument de ne pas oublier que des erreurs d'échantillonnage, d'autres erreurs quantitatives, et enfin la compétence des membres de l'équipe d'enquête auront une influence sur les résultats du sondage. Il faut bien veiller à ne pas présenter les résultats de l'enquête comme des chiffres exacts, mais plutôt comme des estimations.

En relayant les résultats des analyses au gouvernement et aux autres organismes officiels, le nombre total des ménages étudiés ainsi que le pourcentage des ménages consommant du sel iodé devront être mis en évidence. Il est utile, dans certaines circonstances, de présenter les données dans des tableaux à entrées multiples, mais on veillera à ce qu'ils restent simples, directs, et clairs quant à leur objet. En ce qui concerne les enquêtes typologiques, il faut veiller à ce que les données soient présentées en agrégats plutôt qu'en grappes pour éviter que des grappes individuelles ne soient retenues de façon non appropriée à des fins d'intervention au détriment d'un programme d'intervention plus ample. La variabilité statistique dans une grappe individuelle est trop importante pour permettre de tirer des conclusions absolues, et il ne faut pas oublier que chaque grappe est probablement représentative de dizaines ou de centaines de localités dont les conditions sont analogues.

Il y a des différences dans la manière dont les données sont analysées, selon que l'on a utilisé la méthodologie PPT ou non, et ces différences sont décrites dans les deux prochaines sections.

Enquêtes PPT

Dans le cas des enquêtes PPT, il est relativement commode de calculer la proportion des ménages consommant du sel iodé. Il suffit de compter le nombre d'échantillons qui se sont révélés adéquats et de les diviser par le nombre d'échantillons analysés, ce qui est facile à calculer manuellement. Par exemple, si 300 ménages ont été sondés et que 157 avaient du sel adéquatement iodé, alors la proportion des ménages consommant ce genre de sel serait de $157/300 = 52\%$. Si une enquête PPT dans une école était effectuée sur

600 élèves et que 451 d'entre eux avaient du sel adéquatement iodé, alors la proportion serait de $451/600 = 75\%$. Si les données sont entrées sur ordinateur, des analyses pourraient être faites avec des logiciels comme Epi Info.4

Alors que le calcul de la proportion pour les enquêtes PPT est assez direct, le calcul de l'intervalle de confiance est plus complexe. L'intervalle de confiance est un aspect important de la présentation des résultats car il offre un range qui, avec un coefficient de confiance à 95 %, saisit la proportion «véritable». L'ampleur des intervalles de confiance donne une idée de la précision de l'enquête; plus les limites de confiance sont étroites, plus grande est la précision. Lorsque l'on compare une région à une autre, ou les résultats de deux enquêtes effectuées à des moments différents dans la même région, les intervalles de confiance permettent d'établir si les différences entre deux prévalences sont significatives. Dans le calcul des intervalles de confiance, la plupart des logiciels, comme le Progiciel des statistiques pour les sciences sociales (SPSS) et le Statistical Analysis System (SAS), fonctionnent sur l'hypothèse que les données ont été recueillies selon la méthode de l'échantillonnage aléatoire simple. En général, à échantillons de tailles égales, les intervalles de confiance pour les enquêtes PPT sont plus amples que ceux des échantillonnages aléatoires simples. Cela est dû au fait qu'il y a ordinairement une «pénalité» pour l'enquête PPT car elle échantillonne deux fois, alors que dans l'échantillonnage aléatoire simple, il n'y a qu'un seul échantillonnage. Dans le cas PPT, la première sélection est le village ou l'école (c.-à-d., les «grappes»), et la deuxième sélection porte sur les individus à sonder pour l'enquête. Il ne nous appartient pas ici, aux fins du présent manuel, de nous étendre davantage sur ce concept.

Le logiciel Epi Info Version 6.0 possède un module pour l'analyse des données d'enquêtes complexes appelé Csample. Ce programme peut calculer des intervalles de confiance corrects pour les données d'enquête qui tiennent compte de plans de sondage complexes. On trouvera des renseignements supplémentaires sur l'utilisation de Csample dans la documentation Epi Info; et nous donnons maintenant un exemple basé sur des données réelles issues d'un district dans un pays d'Asie.

Figure 8-1

Écran de logiciel Csample

-[*] Epi Info CSAMPLE

Objet principal <div style="border: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div>	Strate <div style="border: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div>
UPE <div style="border: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div>	Pondération <div style="border: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div>
Matrice <div style="border: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div>	<div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;"> Valeur 1 <div style="border: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div> </div> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;"> Valeur 2 <div style="border: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div> </div>
Options résultats <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> (•) Écran () Imprimante () Fichier </div> <div style="width: 50%; border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;"> Nom de fichier <div style="border: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div> </div> </div>	

Tables

Moyennes

Annuler

Trier |

Exemple d'analyses de données PPT avec Csample

Dans cet exemple, 30 écoles sont sélectionnées par PPT et 40 échantillons sont analysés dans chacune. Après lecture du fichier de données Epi Info (un fichier «.REC»), le deuxième écran Csample apparaît comme à la Figure 8-1. La variable «objet principal» signale si le sel est iodé ou pas. Dans cet exemple, on la baptiserait «iode» et on attribuerait un code 0 (+iode) ou 1 (-iode). L'autre variable importante est l'UPE (Unité primaire d'échantillonnage) qui, dans une enquête typologique, est la variable qui identifie les grappes. Dans cet exemple, la variable est appelée «grappe». Les autres parties de l'écran (Strate, Pondération et Matrice) sont laissées en blanc. Les résultats d'analyse paraissent à la Figure 8-2. Leur interprétation est que seuls 4,1 % des échantillons analysés contenaient de l'iode et que les limites de confiance à 95 % étaient de 2,2 % et 6,0 %. Si l'on avait ignoré le plan de sondage de l'enquête typologique (c.-à-d. en prenant pour hypothèse que les données avaient été recueillies selon la méthode d'échantillonnage aléatoire simple), la proportion des ménages avec du sel iodé aurait été la même (4,1 %), mais les intervalles de confiance auraient été trop étroits (3,1 %; 5,4 %). L'Effet du plan de sondage (EPS) était de 2,9 - ce qui indiquerait un écart dans la proportion des échantillons de sel contenant de l'iode d'une école à l'autre. Dans cet exemple, la proportion des échantillons de ce type, par école, s'étalait de zéro à 20 %.

Enquêtes sans PPT

Il n'est pas toujours possible de faire une enquête PPT. Par exemple, si les écoles ont été sélectionnées selon la méthodologie de l'échantillonnage systématique, il est nécessaire de connaître le nombre d'élèves dans chaque école échantillonnée pour analyser correctement les données à «pondérer». La «pondération» se justifie du fait que chaque enfant sondé représente un certain nombre d'écoliers. Par conséquent, dans les enquêtes où un nombre fixe d'enfants sont sélectionnés dans chaque école (ex. 20 écoliers), les enfants sélectionnés dans une école plus grande représentent davantage d'écoliers que ceux d'une école plus petite. Cela est illustré à la Table 8-4. Si la taille de l'école n'est

pas prise en compte, la proportion des échantillons de sel que l'on estimera comme contenant de l'iode est le nombre total d'analyses «positives» divisé par le nombre d'échantillons analysés, qui dans la Table 8-4 est $20 / 60 = 33,3 \%$. Un autre moyen de faire le calcul est d'ajouter le pourcentage des échantillons positifs et de diviser par le nombre d'écoles, qui dans cet exemple serait $(50 \% + 40 \% + 10 \%) / 3 = 33,3 \%$. Cette dernière méthode démontre que l'on prend pour hypothèse que chaque école est pondérée de la même manière, c.-à-d. comme un tiers du total. Cependant, le nombre des inscriptions diffère : l'École A est beaucoup plus grande que les deux autres écoles et devrait donc recevoir une «pondération» plus grande dans l'analyse.

Figure 8-2

Spécimen de résultats du logiciel Csample

ANALYSE DE PLAN DE SONDAGE COMPLEXE DANS CTABLES		
Analyse de l'IODE		
IODE		
		<- Nom de variable (sel iodé : oui/non)
0		
Obs		1151
Pour cent	V	95,917
ET %		0,977
LCI %		94,001
LCS %		97,832
1		
Obs		49
Pour cent	V	4,083
ET %		0,977
LCI %		2,168
LCS %		5,999
Total Obs		1200
EPS		2,927
<- Codage pour l'iode dans le sel, 1=oui, 0=non <- Le nombre d'enfants avec du sel iodé <- Le pourcentage des enfants avec du sel iodé <- Erreur-type (ET) <- % LCI = limite inférieure de confiance à 95 % <- % LCS = limite supérieure de confiance à 95 % <- Nombre total d'enfants sondés <- Effet du plan de sondage		
Dans le plan d'échantillonnage :		
Pondérations de l'échantillonnage—Néant		
Unités primaires d'échantillonnage (UPE) de la GRAPPE		
Stratification—Néant		
0 dossier à valeurs absentes		

Table 8-4
Spécimen de données pondérées

École	Sel analysé	% positif	Nbre échantillonné (n)	Inscriptions (N)	Pondération (p)
A	10	50	20	100	5,0
B	8	40	20	30	1,5
C	2	10	20	20	1,0
	20		60	150	

Ignorant les pondérations

Proportion = $20 / 60 = 33,3 \%$ ou $(50 + 40 + 10) / 3 = 33,3 \%$

Pondérés

Proportion = $\frac{(50 * 100) + (40 * 30) + (10 * 20)}{150} = 42,7 \%$

(Note : L'astérisque * indique une multiplication)

Une méthode pour calculer la pondération consiste à ajouter une nouvelle variable qui divise la taille de l'école par le nombre d'élèves sondés dans cette école. Par exemple, dans la Table 8-4, chaque élève sondé dans l'École A doit recevoir une pondération de $100 / 20 = 5$, c.-à-d. que chaque élève sondé représente cinq élèves. Dans l'École B, la pondération serait de 1,5, et dans l'École C, de 1,0.

Exemple d'analyse de données sans PPT en utilisant Csample

En utilisant les données de la Figure 8-2, la variable «pondération» décrite ci-dessus a été calculée. Elle doit être entrée dans le deuxième écran de Csample (voir Figure 8-1), que l'on appelé dans cet exemple «pondération». Les résultats des analyses pondérées paraissent à la Figure 8-3. Les «pondérations» influent tant sur la proportion des ménages qui consomment du sel que sur l'EPS (effet du plan de sondage), ce qui influe ensuite sur l'ampleur de l'intervalle du coefficient de confiance.

Figure 8-3

Spécimen de données pondérées obtenues du logiciel Csample

ANALYSE DE PLAN DE SONDAGE COMPLEXE DANS CTABLES			
Analyse de l'IODE			
IODE			
		Total	
0			
Obs		1151	
Pourcent	V	95,277	
ET %		1,259	
LCI %		92,810	
LCS %		97,744	
1			
Obs		49	
Pourcent	V	4,723	
ET %		1,259	
LCI %		2,256	
LCS %		7,190	
Total Obs		1200	
EPS		4,225	

Dans le plan d'échantillonnage :
 Pondérations d'échantillonnage du champ de PONDÉRATION <- Nom du champ de PONDÉRATION
 Unités primaires d'échantillonnage (UPE) de la GRAPPE
 Stratification—Néant

0 dossier à valeurs absentes

Autres analyses

L'analyse la plus importante est celle de la proportion et des intervalles de confiance à 95 % des ménages qui consomment du sel adéquatement iodé. D'autres analyses utiles sont des caractéristiques communes des grappes avec faible distribution, notamment la taille du village, est-il en région urbaine ou rurale, y parvient-on par une route asphaltée, y a-t-il l'électricité? Ces analyses contribueraient à faire porter les efforts sur l'amélioration de la distribution dans les régions qui en ont le plus besoin. Les efforts ne cibleraient pas uniquement les grappes individuelles à faible distribution, mais plutôt tous les villages ayant des caractéristiques analogues. Cependant, comme nous l'avons déjà mentionné, l'interprétation des données au niveau de la grappe doit être faite avec grand soin.

Pour plus de renseignements sur le plan de sondage et l'analyse, on recommande l'ouvrage de Scheaffer et al., *Elementary Survey Sampling*.⁵

Comme nous l'indiquions, on peut avoir recours à Epi Info Version 6.0 pour l'entrée des données et l'analyse. Le coût des versions anglaises du manuel et du logiciel sont les suivants :

Certaines parties de ce chapitre ont été adaptées de Nutrition Assessment Manual⁷ (Centres for Disease Control and Prevention), et du manuel EPI Coverage Survey³.

	Description	No de stock	Partie continentale des É.-U.	En dehors de la partie continentale des É.-U.
Epi Info Version 6.0	Manuel et disques	USD-E6S	50 \$	65 \$
	Manuel seulement	USD-E6M	35 \$	50 \$
	Disques seulement	USD-E6D	16 \$	19 \$

Des escomptes sont offerts pour les commandes en gros. Pour passer la commande, s'adresser à :

USD, Inc.
2075-A West Park Place
Stone Mountain, GA 30087, USA
Téléphone : 404-469-4098
Télécopieur : 404-469-0681

Pour ceux qui ont le plein accès à l'Internet, il est possible d'obtenir le logiciel Epi Info Version 6.0 par l'intermédiaire d'un ftp (file transfer protocol) anonyme, à l'adresse : ftp.cdc.gov dans le répertoire transftp/pub/epi/epiinfo. Pour tout renseignement sur la façon d'obtenir des versions d'Epi Info dans d'autres langues (arabe, chinois, français, portugais, russe, et espagnol), communiquez avec :

The Division of Surveillance and Epidemiologic
Studies
Epidemiology Program Office
Centers for Disease Control and Prevention
Atlanta, GA 30333, USA
Téléphone : 404-639-1326
Télécopieur : 404-639-1546
Courrier électronique : agd1@epo.em.cdc.gov

RÉFÉRENCES

1. Binkin NJ, Sullivan K, Staehling N, Nieburg P. Rapid nutrition surveys: how many clusters are enough?. Disasters 1992;16:97-103
2. Sullivan KM. Rapid nutrition surveys: how many children per cluster? Manuscrit inédit, 1993.
3. The EPI Coverage Survey: Training for Mid Level Managers. Expanded Programme on Immunisation, Organisation mondiale de la santé, Genève (WHO/EPI/MLM/91.10), 1991.
4. Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Brendel KA, Smith DC, Burton AH, Dicker RC, Sullivan K, Fagan RF, Arner TG. Epi Info, Version 6: a word processing, database, and statistics program for epidemiology on microcomputers. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA, 1994.
5. Scheaffer RL, Mendenhall W, Ott L. Elementary Survey Sampling (Quatrième édition). Duxbury Press, Belmont, 1990.
6. Lwanga SK, Lemeshow S. Sample size determination in health studies: a practical manual. Organisation mondiale de la santé, Genève, 1991.
7. Nutrition Assessment Manual. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta.

APPENDICE 8-1

CALCULER LES TAILLES D'ÉCHANTILLONS - ENQUÊTES TYPOLOGIQUES

RM3

Pour établir une taille d'échantillon pour une proportion, il faut avoir déterminé la proportion attendue (p), le niveau souhaité de certitude (Z), et le niveau de précision absolue (d). Si la proportion estimative n'est pas connue, on utilise 0,5 (ou 50 %) car cela donne la plus grande taille d'échantillon (pour des valeurs données de Z et de d). Si l'on s'attend à ce que la proportion se situe entre deux valeurs, sélectionner la valeur la plus proche de 50 %. Par exemple, si l'on croit que la proportion se situera entre 15 % et 30 %, utiliser 30 % pour le calcul de la taille de l'échantillon.

Le niveau souhaité de certitude (Z) désigne le niveau de confiance désiré. Des valeurs standard de Z sont 1,96 pour des intervalles de confiance à 95 % et 1,65 pour des intervalles de confiance à 90 %. Le concept de «certitude» se fonde sur l'échantillonnage d'une population pour obtenir une estimation d'une proportion de population. La proportion calculée à partir des données d'enquête est une estimation de la proportion de population. En général, un intervalle de confiance est calculé pour présenter le range des proportions à l'intérieur duquel la proportion «réelle» est susceptible d'être «saisie». Par exemple, si la proportion est de 40 % et que l'intervalle de confiance à 95 % se situe entre 30 % et 50 %, la bonne interprétation serait la suivante : Nous sommes confiants à 95 % que la proportion véritable de la population se situe entre 30 % et 50 %. Cela signifierait qu'il serait très peu probable (moins de 5 fois sur 100) que la vraie proportion de la population se situe à moins de 30 % ou à plus de 50 %.

Le niveau de précision absolue (d) définit l'ampleur de l'intervalle de confiance : Voulez-vous que l'intervalle de confiance soit de +5 %? +10 %? Par exemple, si la proportion est estimée à 40 %, seriez-vous satisfait d'un intervalle de confiance situé entre 30 % et 50 %, qui serait +10 %, ou préféreriez-vous un intervalle de confiance plus étroit (entre 35 % et 45 %), c.-à-d. +5 %? Les valeurs pour d (la précision absolue désirée) dépendent de la proportion escomptée et du but de l'étude. En général, s'il s'agit de comparer deux études, on pourrait avoir besoin d'une valeur d relativement plus petite pour détecter des différences. En faisant l'estimation de la proportion pour une seule étude, des valeurs communes pour d sont 0,025, 0,05, et 0,10 (c.-à-d. 2,5 %, 5 % et 10 %).

La taille d'échantillon requise pour une enquête typologique est presque toujours plus grande que pour un échantillon aléatoire ou stratifié à cause d'un phénomène appelé EPS (effet du plan de sondage). Si la proportion d'une condition est à peu près la même dans chaque grappe échantillonnée, l'EPS sera voisin de la valeur nulle de un. Plus les grappes sont différentes l'une de l'autre, plus l'EPS sera grand. À mesure qu'augmente l'EPS (ce qui accroît l'écart autour de l'estimation de la proportion), plus la taille de l'échantillon doit augmenter pour préserver le degré de précision désiré.

La formule utilisée pour calculer la taille d'échantillon dans les enquêtes typologiques en tenant compte du plan de la grappe est la suivante :

$$n = \frac{Z^2pq(EPs)}{d^2}$$

Où EPS = effet du plan et q = (1-p)

On ne possède pas de beaucoup d'expérience en matière d'estimation de l'EPS dans les enquêtes sur le sel dans les ménages, mais dans la plupart des enquêtes sur la nutrition et la vaccination, l'EPS est ordinairement autour de deux. Cependant, s'il y a une forte différence dans la proportion des ménages qui ont du sel iodé d'une grappe à l'autre, disons 90 % dans certaines grappes et 10 % dans d'autres, alors l'EPS sera probablement plus grand que deux. Dans l'exemple à la Figure 8-2 qui contient des données réelles, l'EPS était de 2,9.

Les tailles d'échantillon pour différentes valeurs - de proportion, d'EPS, de niveau de confiance et d'ampleur de l'intervalle de confiance - figurent à la Table 8-5. Un bordereau pour travailler avec cette table serait comme suit :

Meilleure estimation de la proportion des ménages utilisant du sel	_____ %
Niveau de confiance (95 % ou 90 %)	_____ %
Quelle est l'ampleur souhaitée de l'intervalle de confiance (+5 % ou +10 %)?	_____ %
Meilleure estimation de l'EPS (ordinairement entre 2 et 4)	_____

Dans les enquêtes PEV, la taille d'échantillon traditionnellement utilisée est de 210 (30 grappes de 7 enfants chacune). Cette taille se fonde sur une hypothèse de prévalence (p) de 50 % (la valeur qui donne la plus grande taille d'échantillon), un coefficient désiré de confiance à 95 % ($Z = 1,96$), une amplitude d'intervalle de confiance de $+0,10$ % (d), et un EPS (effet du plan de sondage) de 2. Avec les données de la Table 8-5, la taille d'échantillon serait de 193. Lorsqu'on divise 193 par 30 (nombre de grappes), la valeur est de 6,43 - arrondie à la hausse à 7 pour sept enfants dans chaque grappe.

Dans les enquêtes d'anthropométrie nutritionnelle, la taille d'échantillon traditionnellement utilisée est de 900 (30 grappes de 30 enfants chacune). Elle se fonde sur une hypothèse de prévalence (p) de 50 %, un coefficient de confiance à 95 % ($Z = 1,96$), une amplitude d'intervalle de confiance de $+0,05$ % (d), et un EPS de 2. La taille réelle calculée de l'échantillon est de 768 (qui, arrondie à la hausse pour chaque grappe, donne 26 enfants par grappe dans une enquête de 30 grappes, soit un total de 780 enfants); cependant, on sonde généralement 900 (30 grappes de 30 enfants) pour disposer d'une marge supplémentaire de protection pour la précision, car le véritable EPS risque d'être légèrement supérieur à 2, et pour des raisons de commodité car 30 enfants dans chaque grappe, cela représente un nombre facile à pondérer et mesurer avec une seule équipe en une journée. Si l'on a besoin de moins de précision, on peut se servir d'une taille d'échantillon plus petite dans chaque grappe.

Dans une enquête typologique, il est recommandé d'avoir une trentaine de grappes.¹ Une sélection nettement inférieure à 30 grappes risque de produire une représentation inexacte de la vraie proportion des ménages qui consomment du sel iodé au sein de la population sur laquelle on enquête et, à l'inverse, les avantages potentiels d'une sélection nettement supérieure à trente grappes sont minimes.

Pour plus de renseignements sur le calcul de taille d'échantillon, voir Lwanga et Lemeshow.⁶

Table 8-5

TAILLES D'ÉCHANTILLON

Pour divers niveaux de proportions, d'EPS, de coefficients de confiance, et d'amplitude d'intervalles de confiance - enquêtes typologiques

Taille d'échantillon requise pour un coefficient de confiance à 95 % avec une amplitude de +5 %.

EPS						
Proportion (%)	1*	2	3	4	5	6
10 ou 90	139	277	415	554	692	830
20 ou 80	246	492	738	984	1230	1476
30 ou 70	323	646	969	1291	1614	1937
40 ou 60	369	738	1107	1476	1844	2213
50	385	769	1153	1537	1921	2305

Taille d'échantillon requise pour un coefficient de confiance à 95 % avec une amplitude de +10 %.

EPS						
Proportion (%)	1*	2	3	4	5	6
10 ou 90	35	70	104	139	173	208
20 ou 80	62	123	185	246	308	369
30 ou 70	81	162	242	323	404	485
40 ou 60	93	185	277	369	461	554
50	97	193	289	385	481	577

Taille d'échantillon requise pour un coefficient de confiance à 90 % avec une amplitude de +5 %.

EPS						
Proportion (%)	1*	2	3	4	5	6
10 ou 90	98	195	293	390	488	585
20 ou 80	174	347	520	693	866	1040
30 ou 70	228	455	682	910	1137	1364
40 ou 60	260	520	780	1040	1299	1559
50	271	542	812	1083	1354	1624

Taille d'échantillon requise pour un coefficient de confiance à 90 % avec une amplitude de +10 %.

EPS						
Proportion (%)	1*	2	3	4	5	6
10 ou 90	25	49	74	98	122	147
20 ou 80	44	87	130	174	217	260
30 ou 70	57	114	171	228	285	341
40 ou 60	65	130	195	260	325	390
50	68	136	203	271	339	406

*Un EPS (effet du plan de sondage) de 1 possède la même taille d'échantillon qu'un échantillonnage aléatoire à partir d'une population nombreuse. L'intervalle de confiance (IC) se fonde sur la valeur Z (1,96 pour un IC à 95 %; 1,645 pour un IC à 90 %). L'amplitude est la précision absolue (d) autour de la proportion. Pour utiliser la table, prendre la taille d'échantillon requise et la diviser par le nombre de grappes afin d'établir le nombre d'enfants par grappe à sonder.

APPENDICE 8-2

TABLES DE NOMBRES ALÉATOIRES

Pour utiliser le table des nombres aléatoires à la Table 8-6, choisir d'abord un sens de lecture (bas, haut, gauche, ou droite). Fermer les yeux et pointer vers un endroit dans la table. Le nombre le plus proche du point que l'on touche servira de point de départ. Lire les nombres dans le sens préétabli en utilisant le nombre de chiffres requis.

Exemple : Supposons que, dans la sélection des ménages, il a été établi que chaque 26^e ménage sera inclus dans l'enquête. Pour sélectionner la première maison, on choisit un nombre aléatoire de 1 à 26 (incl.). Dans cet exemple, il a été décidé de procéder de haut en bas à partir du point de départ pour relever un nombre, et celui-ci s'avère être dans la troisième colonne, à la onzième rangée (8921). Dans cet exemple, nous n'avons besoin d'utiliser que les deux premiers chiffres, soit 89.

En lisant la colonne de haut en bas, le nombre suivant est 52, puis 50, 39, 69, et enfin 21. La valeur 21 se situe entre 1 et 26 et, par conséquent, la première maison à échantillonner sera celle du 21^e ménage, et après celle-ci, on sélectionnera le 26^e ménage suivant, et ainsi de suite.

Si l'on a besoin de plus de quatre chiffres, on utilisera les nombres dans la colonne suivante. Disons qu'on a besoin d'un nombre à cinq chiffres pour sélectionner dans une liste cumulative de population les villages et les villes à inclure dans une enquête typologique. Le premier nombre dans le coin supérieur gauche de la table des nombres aléatoires pourrait être interprété comme étant 20 570, et le prochain, en allant vers le bas, comme 64 352, et ainsi de suite.

Si l'on ne dispose pas d'une table de nombres aléatoires, une autre méthode consiste à utiliser le numéro de série (unique) que l'on trouvera sur un billet de banque dans la monnaie locale du pays. À partir d'une petite liasse de billets de banque, en tirer un au hasard et se servir du numéro de série imprimé sur le papier.

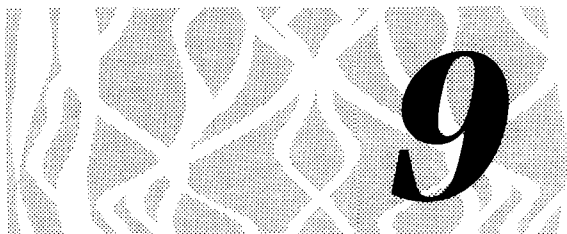
Table 8-6

Table des nombres aléatoires

2057	0762	1429	8535	9029	9745	3458	5023	3502	2436
6435	2646	0295	6177	2755	3080	3275	0521	6623	1133
3278	0500	7573	7426	3188	0187	7707	3047	4901	3519
7888	6411	1631	6981	1972	4269	0022	3860	1580	6751
4022	6540	7804	5528	4690	3586	9839	6641	0404	0735
0888	3504	2651	9051	5764	7155	6489	2660	3341	8784
0605	4640	8692	7712	9832	6607	0480	2557	3461	9755
4398	8857	0221	3844	1823	4407	5914	7545	2362	2428
7899	2623	9965	7366	0486	8185	5896	3985	3105	7210
5375	2213	8481	0919	2350	7310	7106	0046	1683	6269
1120	5436	8921	6457	8361	9849	9902	4244	2377	9213
4625	5978	5266	7521	8488	6854	9203	2598	2673	2399
5112	4318	5003	3532	6430	5679	5041	2108	1813	4235
3915	9380	3918	5957	3603	6553	6247	8907	5282	1106
9223	5629	6982	4138	2901	7592	1650	2580	5676	6470
0122	0620	2140	5291	8499	3653	1727	0453	3032	2902
4114	2462	2820	0414	7197	3854	2940	3500	8685	6131
0774	7788	5011	4971	0848	0748	7103	3262	5182	1185
1493	3425	0114	4662	0802	1125	8745	5513	9750	0695
5727	7577	8631	0759	5430	9953	1426	0405	2109	2304
5329	2475	8555	8172	1376	3459	6778	6917	0159	9635
7058	4886	2373	5937	9383	5763	8004	8602	2457	9134
0099	2200	2369	8140	4865	4874	4867	5206	0434	3845
0659	0499	3671	2771	2104	9275	2118	8024	1033	0529
1596	6230	3551	3506	5255	9108	0356	1225	1590	4395
0545	4817	9267	0371	5284	2221	0196	1096	4899	5525
6166	0733	6128	5076	1275	0830	7068	3991	3074	2971
4117	9128	4402	2038	5331	7530	7453	0957	1607	6088
8288	2958	3952	3918	5441	9365	9416	4897	7032	2475
1577	9415	2710	8305	6371	6065	0247	1365	8204	0017
9777	9879	4107	4685	8972	9948	4715	7049	0376	0882
7306	1399	4910	0074	9746	3203	9962	6041	4534	0062
8830	8623	7382	3570	5267	2355	7382	0171	7830	7416
0649	6675	6679	6681	7699	0805	5125	3177	7846	6891
4000	0001	3982	6805	6783	4715	6524	8615	3841	5508
2282	5183	4865	6339	8762	8930	4058	0575	1083	2992
8197	8865	0619	5693	4251	1158	1801	2006	1051	6518
4222	6138	0639	6599	0124	6559	4921	5162	7018	2384
1331	1221	3024	3839	2581	0017	4060	4781	6342	2808
9245	8353	5373	1085	2086	3356	3530	7662	7278	7993
9405	7493	9184	0309	0636	7980	3496	8936	4313	6417
2824	0568	0885	9270	4830	5958	2679	5622	3936	8687
1421	7905	1374	5079	5885	4803	4167	2356	0106	6433
8862	5634	9431	1435	3847	1364	7439	1254	3347	7625
0633	2973	0255	8997	5394	6188	2572	3427	4085	4168

CHAPITRE 9

CONTRÔLE PAR ÉCHANTILLONNAGE DE LA QUALITÉ DES LOTS (CEQL)



INTRODUCTION

L'analyse du sel pour en connaître la teneur en iode peut être faite pour différentes raisons et dans les circonstances les plus diverses. Ce chapitre porte principalement sur une méthode spécifique que l'on trouvera utile pour contrôler le sel :

- * aux points d'importation
- * en cours de production
- * dans les entrepôts
- * dans les commerces de détail
- * dans les ménages.

On trouvera davantage de renseignements sur les objectifs et les problématiques des contrôles sur le sel à ces diverses étapes aux Chapitres 4 à 7. Une autre question que nous n'abordons pas dans ce chapitre concerne l'opportunité d'utiliser la trousse d'analyse sommaire ou les méthodes de titrage pour mesurer l'iodure du sel, pas plus que nous ne parlons des points de démarcation (en termes de milligrammes d'iodure au kilo). Ce chapitre se concentre sur l'application d'une méthode appelée CEQL (contrôle par échantillonnage de la qualité des lots) à la surveillance du sel.¹⁻³ On peut utiliser le CEQL pour établir si la norme minimale est satisfaite pour du sel adéquatement iodé.

QU'EST-CE QUE LE CEQL?

Le CEQL a ses origines dans l'industrie où on l'utilise pour établir si un «lot» d'articles satisfait certaines normes d'assurance de la qualité. Prenons un fabricant qui produit des ampoules électriques par lots de 2 000 unités. Pour chaque lot, il voudra s'assurer qu'au moins un certain minimum d'unités fonctionnent convenablement ou, à l'inverse, que seul un petit nombre d'unités ne fonctionnent pas. Il ne serait pas efficace de tester individuellement chaque ampoule avant d'expédier un lot. En général, on a recours au CEQL lorsqu'on a besoin de tester des lots aussi efficacement que possible (c.-à-d. le plus petit nombre d'ampoules) pour établir si le lot satisfait une norme de qualité prédéterminée. On a utilisé le CEQL dans des programmes de vaccination pour identifier les cliniques où les enfants ne sont pas adéquatement vaccinés. Dans chaque clinique, un petit échantillon de registres de vaccination sont vérifiés et l'on établit si les vaccinations de chaque enfant sont adéquates. Lorsque les registres révèlent que trop d'enfants ne sont pas correctement vaccinés, la clinique «échoue» et l'on fait un supplément d'enquête pour vérifier s'il existe effectivement un problème. Lorsque suffisamment d'enfants sont convenablement vaccinés, la clinique «réussit» et il n'est pas nécessaire de prendre des mesures correctives. De cette façon, il est possible de concentrer les efforts là où l'on a besoin d'un soutien programmatique.

Ce chapitre présente un aperçu du CEQL et livre les détails techniques avec des exemples sur la manière d'établir des tailles d'échantillons appropriées. On trouvera un examen plus approfondi du CEQL à l'Appendice 9-1.

TAILLES D'ÉCHANTILLONS POUR LE CEQL

La taille d'échantillon sélectionnée est destinée à faire savoir si un «lot» (ex. une population ou un lot de sel) satisfait une norme spécifique. Cette norme est ordinairement établie au niveau national ou provincial. Sur le plan opérationnel, deux valeurs importantes qu'il faut établir sont le nombre d'articles à prélever (n) et la valeur «seuil» d^* (le nombre d'articles dans un échantillon qui ne satisfont pas la norme) qui indiquera si un lot «passe» la barre ou «ne passe pas». Le nombre réel d'articles qui ne passent pas s'appellera d . La sélection de n et de d^* doit prendre en ligne de compte ce qui suit :

- L'objectif du programme, ex. la proportion des échantillons de sel dans un lot qui devraient contenir suffisamment d'iodure (qu'on appellera « P_a »)
- La proportion des échantillons de sel dans un lot qui contiennent de l'iodure à un niveau en-dessous duquel on parlerait d'un «échec» (qu'on appellera « P_o »).

Note technique : Deux autres valeurs qu'il faudra établir pour les tailles d'échantillons sont le niveau désiré de signification et la puissance. Toute discussion de ces valeurs se situerait en dehors de la portée du présent document, et une série de valeurs est utilisée pour les contrôles à l'importation, à la production et dans les entrepôts, et une autre série pour les contrôles dans les commerces de détail et au niveau des ménages.

Des valeurs raisonnables pour P_a et P_o dépendraient de la situation précise à laquelle elles seraient appliquées. La section suivante traite des tailles d'échantillons pour la surveillance du sel au niveau importation, production et entrepôts, et la section d'après se penche sur les tailles d'échantillons au niveau commerces de détail et ménages. Une donnée fondamentale est que les échantillons de sel seront prélevés de façon aléatoire sur toute l'étendue du lot.

Note : Ce chapitre décrit uniquement des plans à échantillonnage unique. Une méthode analogue appelée double échantillonnage est décrite dans Lemeshow et Taber.4

Tailles d'échantillons : importation, production et entrepôts

On trouvera à la Table 9-1 une table de tailles d'échantillons pour contrôler le sel à l'importation, à la production et dans les entrepôts. Les valeurs dans la Table 9-1 sont calculées de façon à s'assurer que du sel adéquatement iodé aura une très faible probabilité de ne pas passer la barre.

Exemple de CEQL pour le sel importé

Un cargo entre au port avec une cargaison de sel réputé iodé. Combien d'échantillons faut-il pour établir si le

sel satisfait les normes de l'État? Pour cet exemple, on prend pour hypothèse que lorsque le sel est importé et qu'il est réputé être iodé, 99 % de ce sel (dans des conditions idéales) sera effectivement iodé adéquatement (c.-à-d. $P_a = 99\%$). On présume également qu'en vertu de la réglementation, au moins 80 % du sel doit être adéquatement iodé lorsqu'il pénètre dans le pays ($P_o = 80\%$). En fonction de la Table 9-1, $n=16$ et $d^*=1$. Il faudra prélever 16 échantillons. Si le nombre des échantillons dont l'analyse est négative (pas assez d'iode) est 0 ou 1 ($d=0$ ou 1), le sel satisfait les normes de l'État et il «passe la barre». Si deux échantillons ou plus donnent une analyse négative ($d>2$), la cargaison «ne passe pas» (ne satisfait pas les normes).

Table 9-1

Tailles d'échantillons de CEQL au niveau importation, production et entrepôts pour diverses valeurs de P_a et de P_o †

P_a	P_o	n	d^*	P_a	P_o	n	d^*	P_a	P_o	n	d^*
99 %	95 %	164	4	90 %	80 %	147	23	80 %	65 %	106	30
	90 %	47	2		75 %	70	12		60 %	61	19
	85 %	25	1		70 %	42	8		55 %	40	13
	80 %	16	1		65 %	28	6		50 %	28	10
	75 %	11	1		60 %	20	5		45 %	21	8
	70 %	8	0		55 %	15	4		40 %	16	6
	65 %	7	0		50 %	12	3		35 %	12	5
	60 %	5	0		45 %	9	2		30 %	10	4
					40 %	7	2		25 %	8	4
95 %	85 %	94	9	85 %	70 %	90	21	75 %	55 %	68	25
	80 %	47	5		65 %	52	13		50 %	44	17
	75 %	29	4		60 %	34	9		45 %	31	13
	70 %	20	3		55 %	24	7		40 %	22	10
	65 %	14	2		50 %	18	6		35 %	17	8
	60 %	11	2		45 %	14	5		30 %	13	6
	55 %	9	1		40 %	11	4		25 %	10	5
	50 %	7	1		35 %	9	3				

† Niveau de signification = 10 % et puissance = 99 %

Exemple de CEQL pour du sel localement produit

Un inspecteur du gouvernement se rend chez un gros producteur de sel, examine l'information sur le contrôle de la qualité interne (voir Chapitre 5) et remarque un gros chargement de sacs de sel empilés à l'extérieur, dans une aire ouverte. On lui apprend que le sel a été iodé et qu'il est sur le point d'être expédié vers sa destination. L'inspecteur décide d'analyser des échantillons du sel pour vérifier s'il est adéquatement iodé. En vertu des instructions définies au niveau national, tout sel que l'on estime être mal entreposé après iodation doit être contrôlé. Les normes courantes se basent sur $P_a=99\%$ et $P_o=70\%$ (en supposant que le pays en est encore aux premières étapes de son programme d'iodation du sel et que l'on introduit progressivement les règlements relatifs à ce que l'on considère être une «iodation adéquate»); par conséquent, $n=8$ et $d^*=0$. L'inspecteur prélève 8 échantillons (sélection aléatoire dans le lot au complet) et il utilise une trousse d'analyse sommaire pour s'assurer que le sel contient au moins le niveau minimum d'iode. Si aucun des échantillons n'«échoue» ($d=0$), le sel est accepté. Par contre, s'il y a des échantillons qui ne passent pas la barre, l'inspecteur déclare le lot inadéquat et prend les mesures voulues établies par le gouvernement.

Exemple de CEQL au niveau des entrepôts

Un inspecteur se rend dans un entrepôt où le sel arrive de chez les producteurs dans des sacs de 50 kilos. À l'entrepôt, le sel est transvasé dans des sacs

de plastique d'un kilo avant d'être distribués chez les détaillants. À un bout de l'entrepôt, l'inspecteur compte 185 sacs de 50 kilos provenant d'un producteur donné, et dans un autre coin, il trouve 163 sacs provenant d'un producteur différent. L'inspecteur décide de traiter le sel provenant de chez les deux producteurs comme des lots distincts. Durant la phase courante du programme d'iodation du sel, les règlements stipulent que 25 échantillons doivent être prélevés de chaque lot et analysés avec la trousse d'analyse sommaire. Si d'éventuels résultats négatifs ne concernaient qu'un seul échantillon ou aucun ($d=0$ ou 1), le sel passe. Si deux échantillons ou plus sont négatifs ($d>2$), le sel ne passe pas. (Cet exemple se base sur $P_a=99$ et $P_o=85$ dans la Table 9-1.)

Tailles d'échantillons pour les contrôles dans les ménages et chez les détaillants

Pour une enquête ou système de contrôle des ménages et des marchands, une valeur raisonnable pour P_a pourrait être de 95 %, c.-à-d. qu'idéalement, 95 % des ménages consommeraient du sel adéquatement iodé. La valeur acceptable la plus faible différerait selon la situation dans le pays, la province, ou le district, mais le but est de choisir une valeur qui ne détectera que les pires situations. Par exemple, si moins de 70 % ($P_o = 70\%$) des ménages consomment du sel adéquatement iodé, cela déclencherait des mesures pour améliorer la situation. La Table 9-2 donne les tailles d'échantillons.

Table 9-2

Tailles d'échantillons de CEQL au niveau ménages et commerces de détail pour diverses valeurs de P_a et de P_o †

P_a	P_o	n	d^*	P_a	P_o	n	d^*	P_a	P_o	n	d^*
99 %	95 %	123	2	90 %	80 %	83	10	80 %	65 %	56	13
	90 %	42	1		75 %	42	5		60 %	33	8
	85 %	23	0		70 %	26	3		55 %	22	5
	80 %	16	0		65 %	18	2		50 %	15	4
	75 %	11	0		60 %	13	2		45 %	11	3
	70 %	9	0		55 %	10	1		40 %	9	2
	65 %	7	0		50 %	8	1		35 %	7	2
	60 %	6	0		45 %	6	1		30 %	5	1
					40 %	5	1		25 %	4	1
95 %	85 %	60	4	85 %	70 %	50	9	75 %	55 %	61	18
	80 %	32	2		65 %	30	6		50 %	35	10
	75 %	21	1		60 %	20	4		45 %	23	7
	70 %	15	1		55 %	14	3		40 %	16	5
	65 %	11	1		50 %	11	2		35 %	12	4
	60 %	8	0		45 %	8	2		30 %	9	3
	55 %	7	0		40 %	6	1		25 %	7	2
	50 %	5	0		35 %	5	1				

†Niveau de signification = 5 % et puissance = 80 %

Exemple de CEQL au niveau des ménages

Le but à long terme d'un gouvernement est que 95 % des ménages consomment du sel iodé, et les autorités devront identifier les villages où moins de 50 % des ménages utilisent du sel iodé. Par conséquent, $P_a = 95\%$ et $P_o = 50\%$. Dans la Table 9-2, le nombre des ménages dans l'échantillon (n) serait de 5. Si l'on trouve au moins un ménage qui n'a pas du sel adéquatement iodé ($d > 1$), le village ne passe pas la barre. Si tous les échantillons sont adéquats, le village passe.

Si la situation du sel iodé s'améliore et qu'un moindre nombre de villages ne passent pas la barre à la valeur courante de P_o , cette valeur pourrait être augmentée. Par exemple, elle pourrait passer à 70 %, ce qui correspondrait à $n=15$ et $d^*=1$. Si la valeur P_o est initialement trop élevée, la majorité des villages ne passeraient pas la barre, ce qui irait à l'encontre de l'objectif de concentrer les efforts d'intervention dans les régions qui ont les plus gros problèmes.

Exemple de CEQL au niveau des détaillants

Un agent de santé de district aimerait identifier les villages où l'on a accès à du sel insuffisamment iodé. L'objectif est que 95 % des marchands qui vendent du sel offrent du sel iodé. Initialement, l'agent aimerait identifier les villages où moins de 75 % des commerces qui vendent du sel offrent également du sel iodé. Combien de marchands doit-il inspecter dans chaque village? $P_a = 95\%$ (le but en termes de proportion des commerces qui vendent du sel iodé) et $P_o = 75\%$ (le seuil). En utilisant la Table 9.2, on prendrait les valeurs suivantes : n = nombre total d'échantillons = 21; d^* = nombre acceptable = 1.

L'interprétation des valeurs n et d^* est que, dans chaque village, on inspectera 21 marchands qui vendent du sel. Si aucun commerce, ou seulement un seul, ne vend pas de sel iodé ($d=0$ ou 1), le village passe la barre. Si deux marchands ou plus ne vendent pas de sel iodé ($d > 2$), le village ne passe pas.

COMMENTAIRES ADDITIONNELS

Les valeurs spécifiques de signification et de puissance sont données aux Tables 9-1 et 9-2. Si l'on veut spécifier des valeurs différentes pour ces paramètres, voir Lwanga et Lemeshow (tables et formules additionnelles).² On n'a pas encore discuté de la possibilité de combiner de l'information issue du CEQL. Par exemple, lorsque l'on utilise le CEQL au niveau des ménages pour établir si des villages «passent» ou «ne passent pas» la barre, l'information de tous les villages (ou d'un échantillon de villages) dans un district peut être combinée pour estimer la proportion des ménages qui ont du sel iodé dans le district. Cela serait l'équivalent de faire une enquête «stratifiée». L'information requise de chaque village serait une estimation du nombre de ménages dans le village, le nombre de ménages échantillonnés (n), et le nombre de ménages sans sel iodé (d). Pour plus de renseignements sur la manière de combiner ces données, voir Scheaffer et al.⁵

RÉFÉRENCES

1. Lanata CF, Black RE. Lot quality assurance sampling techniques in health surveys in developing countries: advantages and current constraints. *Wld Hlth Statist Q* 1991;44:133-139.
2. Lwanga SK, Lemeshow S. Sample size determination in health studies: a practical manual. Organisation mondiale de la santé, Genève, 1991.
3. Lemeshow S, Stroh G Jr. Sampling techniques for evaluating health parameters in developing countries: a working paper. National Academy Press, Washington DC, 1988.
4. Lemeshow S, Taber S. Lot quality assurance sampling: single- and double-sampling plans. *Wld Hlth Statist Q* 1991;44:115-132.
5. Scheaffer R, Mendenhall W, Ott L. Elementary Survey Sampling (Quatrième édition). Duxbury Press, Belmont, 1990.

APPENDICE 9-1

CONCEPTS FONDAMENTAUX DU CEQL

Le recours au CEQL a pour objet d'établir si on accepte un lot («réussite») ou qu'on ne l'accepte pas («échec»). Une telle décision étant basée sur un échantillon, elle peut parfois s'avérer incorrecte. La Table 9-3 présente la coordonnée de «vérité», que l'on ne connaît pas avec certitude pour un échantillon donné, sur le plan horizontal dans la partie supérieure de la table; et la coordonnée de «décision» sur le plan vertical du côté gauche. Dans la case supérieure de gauche et dans la case inférieure de droite, des décisions correctes sont prises. Dans la case supérieure de droite et dans la case inférieure de gauche, des décisions incorrectes sont prises. Les deux erreurs possibles sont les suivantes :

- Le lot «passe» alors que sur le plan du vrai il n'est pas adéquat; on parle de risque du consommateur - car celui-ci obtient un «mauvais» produit - et également d'erreur de première espèce.
- Le lot «ne passe pas» alors que sur le plan du vrai il est adéquat; on parle de risque du fournisseur - car celui-là pense que le lot est «mauvais» alors qu'en fait il est acceptable - et également d'erreur de deuxième espèce.

Lorsqu'on essaie d'établir les tailles d'échantillons pour le CEQL, la fréquence des décisions incorrectes doit être prise en considération, sur la base des conséquences des deux types d'erreur.

Au niveau importation ou production, lorsqu'un lot ne passe pas alors qu'en réalité il est adéquatement iodé, cela peut avoir de graves conséquences, notamment économiques, pour l'importateur et le producteur. Par conséquent, le régime d'échantillonnage doit être tel que les erreurs de deuxième espèce se limiteront au minimum. (Selon la Table 9-1, ce type d'erreur ne doit se produire que dans 1 % des lots adéquatement iodés.) Par ailleurs, la décision de «faire passer» un lot qui, en réalité, n'est pas adéquat signifie que certaines populations pourraient continuer à recevoir un niveau insuffisant d'iode. (Selon la Table 9-1, ce type d'erreur ne doit se produire que dans 10 % du temps pour le sel insuffisamment iodé.)

Dans le cas des contrôles au niveau des ménages et des détaillants, lorsque des villages «ne passent pas» alors qu'en réalité leur sel est adéquatement iodé, cela se traduit par d'éventuelles interventions inutiles de la part du gouvernement. Les conséquences sont minimales et la Table 9-2 indique que 20 % des villages «adéquats» risquent de «ne pas passer». Si une région «passe» alors qu'en réalité les niveaux d'iode dans le sel sont inadéquats, les TCI continueront à sévir dans cette zone. Il s'agit-là ordinairement du type d'erreur que l'on souhaiterait réduire au minimum et la Table 9-2 indique qu'elle ne se produira que dans 5 % des villages qui bénéficient d'une distribution adéquate.

Table 9-3

Concepts fondamentaux du CEQL

		Vérité (lot) Adéquat	Pas adéquat
Décision (lot)	«passe»	Décision correcte «ne passe pas»	Erreur : Passe alors qu'il n'est pas adéquat («risque du consommateur» ou erreur de première espèce).
	«ne passe pas»	Erreur : Ne passe pas alors qu'il est en réalité adéquat («risque du fournisseur» ou erreur de deuxième espèce).	Décision correcte.

CHAPITRE 10

TROUSSES D'ANALYSE

SOMMAIRE DU SEL

INTRODUCTION

Le contrôle de la qualité de l'iodation du sel par les analyses est absolument critique au succès global de tout programme qui vise l'élimination des troubles de la carence en iode (TCI). Les analyses sommaires ou tests «ponctuels» sont des vérifications extrêmement sensibles que l'on peut effectuer rapidement pour relever la teneur en iode du sel, et elles jouent un rôle capital dans les programmes de surveillance. Ce chapitre livre de l'information technique pertinente à ces tests : utilisation escomptée, disponibilité, besoins de formation, et contrôle de la qualité. On y trouve aussi des observations d'ordre général portant sur les trousseaux communément offertes dans le commerce. En outre, nous donnons quelques notes de procédures pour ceux qui souhaiteraient préparer eux-mêmes, et de manière artisanale, des réactifs pour l'analyse du sel. Étant donné que ces tests sont spécifiques à chaque forme d'iodure, ces détails toucheront à la fois l'iodate de potassium (KIO_3) et l'iodure de potassium (KI) que l'on peut trouver dans le sel. Le Chapitre 11 (Méthodes de titrage pour l'analyse de la teneur en iode du sel) contient une discussion sur les mesures quantitatives plus précises du contenu en iode du sel effectuées dans les laboratoires de l'industrie et de l'État.

Définition des tests ponctuels - iode dans le sel

Les tests ponctuels exploitent des méthodes techniquement simples pour vérifier rapidement la teneur en iode du sel et ils peuvent être facilement effectués hors laboratoire. On peut les classer dans deux grandes catégories :

- Tests qualitatifs : ne révèlent que présence ou absence d'iodure, qui peut varier énormément; ex. un résultat positif n'indique en fait simplement qu'une chose - l'échantillon a une teneur en iode de 5 à 100 mg/kg.
- Tests semi-quantitatifs : approximation de la concentration d'iodure dans le sel; utilisant habituellement une sorte de «palette» de couleurs qui permet d'estimer le niveau d'iodure dans un échantillon, ex. <10 mg/kg, 10-24 mg/kg, 25-40 mg/kg.



Diverses méthodes de tests ponctuels exploitent essentiellement le même mécanisme général de réaction : une solution de réactif qui tourne au bleu lorsqu'il y a de l'iodure dans l'échantillon (Figure 10-1). Nous donnons plus de renseignements sur la réaction chimique un peu plus loin, dans la section portant sur la méthode «artisanale» d'analyse ponctuelle de l'iodure dans le sel.

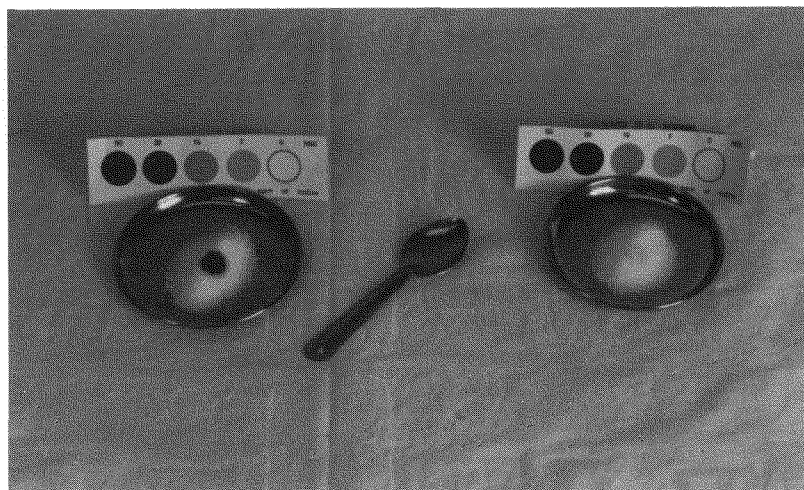


Figure 10.1 On voit dans cette photo un résultat positif et un résultat négatif issus de tests ponctuels - iode dans le sel.

Le but des tests ponctuels - iode dans le sel

Étant donné que les tests ponctuels sont simples, rapides et d'application facile aux situations de terrain, des gens sans formation particulière en chimie peuvent aisément vérifier si un échantillon de sel a été iodé. On peut les utiliser au niveau de la production, de la distribution, du commerce de détail et des ménages. Ils sont particulièrement indiqués dans le cas des petits producteurs de sel qui n'ont pas les moyens techniques voulus pour appliquer des méthodes de titrage plus quantitatives en laboratoire.

Dans bien des pays, les trousseaux sont utilisées par les producteurs de sel, travailleurs de la santé, organisations pour le développement de l'enfant, organisations de services urbains, leaders communautaires, écoliers et professeurs, et détaillants. Elles livrent des renseignements utiles pour la surveillance de la qualité de l'iodure tout en suscitant une sensibilisation de la population et une demande pour du sel iodé exclusivement.

TYPES DE TROUSSES D'ANALYSE DU SEL

Trousse de tests ponctuels dans le commerce

Un certain nombre de trousse de tests ponctuels sommaires, capables de détecter les niveaux d'iodate de potassium (KIO_3) dans les échantillons de sel, existent maintenant dans le commerce (voir Appendice 10-1 pour plus de renseignements sur les trousse commerciales). La plupart de ces trousse livrent des résultats semi-quantitatifs et offrent suffisamment de matériel pour analyser une centaine d'échantillons de sel par trousse.

Ces trousse sont prêtes à utiliser et sont accompagnées de tout le matériel nécessaire aux tests, y compris les solutions (en flacons compte-gouttes), des plaquettes pour tester les échantillons, une palette pour comparer les couleurs, et une pochette ou un contenant. D'habitude, elles sont parfaitement portatives et compactes, pouvant facilement se glisser dans la poche. La Figure 10-2 montre quelques exemples types de trousse de terrain.

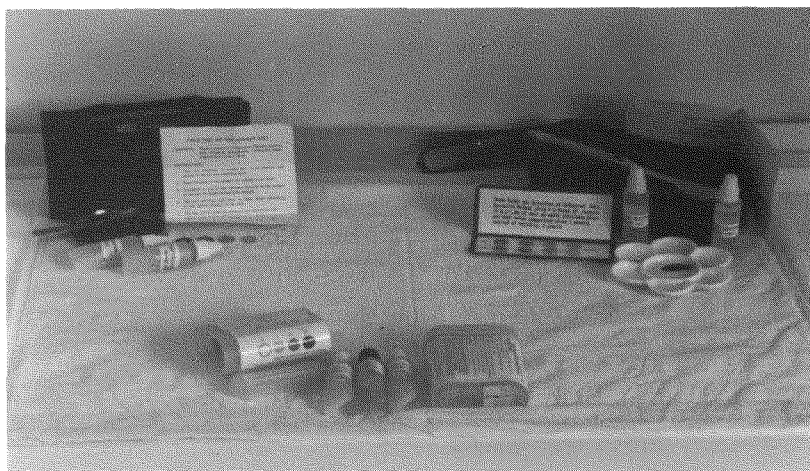


Figure 2. Cette photo montre 3 trousse différentes d'analyse ponctuelle ainsi que les éléments qui en font typiquement partie

Utilisation générale des trousse commerciales

La plupart des trousse commerciales contiennent des instructions habituellement rédigées en anglais. Il faut les suivre attentivement. Mais en général, tout test ponctuel fait avec la trousse nécessite une cuillère à thé pour placer une ou deux cuillerées de sel sur la plaque; il faut ensuite ajouter une ou deux gouttes de solution sur l'échantillon. Trop en mettre n'aura pas d'impact sur les résultats du test (simple gaspillage de solution).

Les résultats devraient être interprétés immédiatement en comparant l'intensité du bleu obtenue avec la palette graduée qui accompagne la trousse. Si on attend, la couleur risque de s'estomper, faussant les résultats.

Certaines trousse offrent également une «solution neutralisante» pour utilisation avec des échantillons de sel alcalin. Dans certains cas, l'alcalinité du sel donnera des résultats négatifs même si l'échantillon contient en fait de l'iode. Certaines trousse recommandent que l'on ré-analyse tout échantillon négatif en ajoutant d'abord au sel une goutte de solution neutralisante, et puis deux gouttes de solution d'analyse.

Formation requise pour utiliser les trousse commerciales

Bien que les trousse soient assez simples et que même des personnes non techniques puissent les utiliser, il est quand même recommandé d'offrir une formation préliminaire. Il faut tout d'abord s'assurer que les instructions sont claires et faciles à comprendre. Si la langue dans laquelle les instructions sont rédigées par le fabricant n'est pas la bonne, on incorporera une traduction pour les gens de terrain. Il serait également utile d'offrir des stages élémentaires aux éventuels utilisateurs de la trousse afin qu'ils aient l'occasion de pratiquer la technique et de comparer l'interprétation des résultats entre eux. Une bonne méthode consisterait à demander à tous les participants de faire des analyses ponctuelles sur un certain nombre d'échantillons de sel ordinaire et de comparer leurs résultats individuels. C'est aussi à ce stade-là que l'on discute de tous problèmes susceptibles de surgir en situation de terrain.

Précautions élémentaires

- Il y a toujours risque de contamination si on ne lave pas ou que l'on n'essuie pas soigneusement la cuillère à mesurer et la plaquette avant de passer à l'échantillon suivant.
- Les trousse ne contiennent pas de bordereaux de résultats ni d'échantillons de contrôle; il faut donc songer à la meilleure façon d'en fournir. Voir, ci-dessous, la section sur le contrôle de la qualité.
- Étant donné que les trousse sont généralement sensibles à l'iodate, et pas à l'iodure, il y a toujours

risque d'arriver à des conclusions erronées si les échantillons analysés contiennent plutôt de l'iodure de potassium. L'Étude de cas No 1 décrit une situation où ce problème s'est présenté. Si la forme de l'iode dans l'échantillon est inconnue, on peut faire le test pour l'iodate aussi bien que pour l'iodure. Voir, ci-dessous, la section sur la méthode artisanale de tests ponctuels.

- Les trousse contiennent normalement une indication de leur durée de vie utile, habituellement de 12 à 18 mois. Les trousse périmées ne seront pas utilisées. Certaines trousse commerciales ne portent aucune mention précise de la date de production. L'acheteur devra insister auprès du producteur-fournisseur pour que chaque trousse porte la date de production et d'expiration.

- Outre la date d'expiration de la trousse elle-même, la solution elle aussi a une durée de vie limitée, une fois que le flacon a été ouvert et utilisé. Celle-ci est en général de trois à six mois. Il faut donc inscrire la date de première utilisation sur les flacons.

- Les solutions contiennent souvent de l'acide dilué et il faudra donc veiller à ne pas en verser sur les vêtements ou permettre à de jeunes enfants de s'en emparer.

Alors que les tests ponctuels et les troussees correspondantes sont relativement simples, il est quand même important de faire une vérification de routine avec un échantillon de «contrôle» chaque fois que l'on fait l'analyse d'autres échantillons de sel. Cet échantillon de contrôle sera fait de sel dont on connaît la teneur positive en iode et que l'on apporte avec soi sur le terrain avec chaque trousse afin de contre-vérifier les échantillons inconnus que l'on prélève à chaque site. Advenant que cet échantillon positif connu donne un résultat négatif ou plus faible que prévu, alors on pourra soupçonner une détérioration du réactif ou l'expiration de la trousse.

Étant donné le rôle souvent essentiel que jouent les tests ponctuels dans les programmes nationaux de surveillance de l'iode dans le sel, il serait de bonne politique d'effectuer occasionnellement des contre-vérifications des résultats obtenus lors des tests ponctuels en les comparant avec les résultats de méthodes de laboratoire plus quantitatives, ex. titrage. Cela ajoutera un élément de certitude aux tests de terrain.

Bien qu'il n'existe pas de règle absolue quant à la fréquence des contre-vérifications, il faudrait en faire une chaque fois que de nouveaux lots de troussees de terrain sont obtenus ou introduits. Mais il est encore préférable de soumettre régulièrement à un laboratoire central une poignée d'échantillons de sel issus des divers sites de terrain en même temps que les résultats des tests ponctuels, afin d'assurer une contre-vérification quantitative. Les études de cas 1 et 2 décrivent des situations réelles dans deux pays où les résultats de contre-vérifications de tests ponctuels ont remis en question la qualité de l'iodation du sel et l'utilité du système de surveillance.

ÉTUDE DE CAS 1

Échantillons à résultats négatifs (tests ponctuels) lorsque le fabricant affirme que son sel est enrichi.

Les troussees de l'UNICEF ne détectaient que l'iodate, ce qui fait que lorsqu'une grande compagnie est passée à l'iodure de potassium, les tests ponctuels ont commencé à donner des résultats négatifs. Une enquête dans un laboratoire indépendant a révélé que les échantillons étaient effectivement enrichis à l'iodure de potassium, et il a fallu demander à la compagnie de recommencer à utiliser l'iodate conformément à la réglementation nationale.

Conclusion – Il faut toujours s'assurer de la forme d'iode utilisée dans le sel lorsque l'on examine les résultats de tests ponctuels.

TESTS PONCTUELS «MAISON» DE L'IODE DANS LE SEL - MÉTHODE ARTISANALE

Les tests ponctuels sont spécifiques à la forme d'iode utilisée; seule la forme correspondante produira une réaction manifeste sur le plan de la couleur. Ainsi, un échantillon enrichi à l'iodure de potassium (KI) donnera un résultat négatif à un test ponctuel spécifique à l'iodate (KIO₃), et vice-versa.

La méthode suivante, publiée par Dustin et Ecoffey (1978), peut être utilisée en laboratoire ou encore préparée sous forme de trousse pour le travail de terrain afin de vérifier la présence et la forme d'iode (iodate ou iodure) dans le sel. D'autres méthodes de tests ponctuels ont également été publiées, tant pour l'iodate que pour l'iodure (Narasinga et Ranganathan, 1985).

Réactifs

Solution A : Solution d'amidon de 0,5 % poids/volume (p/v), obtenue en faisant bouillir 0,5 g d'amidon soluble (ou d'amidon de riz) dans 100 ml d'eau dé-ionisée.

Solution A' : Mélanger 10 g d'amidon de farine avec 15 g de H₂O et 90 g de glycérol, réchauffer à 90°C dans un bain d'eau jusqu'à ce que le mélange devienne uniformément translucide.

Solution B : 1 % (p/v) de nitrite de sodium (0,25g dans 25ml de H₂O).

Solution C : 20 % volume/volume (v/v) de H₂SO₄ en solution (2ml+8ml H₂O).

Solution D : 12 % (p/v) d'iodure de potassium (3g dans 25ml de H₂O).

Solution E : Solution d'acide chlorhydrique (5N) obtenue en mélangeant 10ml de HCl concentré (12N) avec 15ml d'eau dé-ionisée.

ÉTUDE DE CAS 2

Résultats contradictoires

Dans les bureaux d'un organisme donateur dans un certain pays, un échantillon de sel qui avait été analysé avec une trousse UNICEF de détection de l'iodure (KIO₃) a donné des résultats de >30 mg/kg. Après contre-vérification dans un laboratoire indépendant avec le même type de trousse, on a obtenu <15 mg/kg, et quant à l'analyse correspondante par titrage iodométrique, elle a donné 7 mg/kg.

Ayant poursuivi les recherches sur l'échantillon en laboratoire avec la méthode des tests ponctuels, on a obtenu <30 mg/kg, alors que d'autres résultats issus de méthodes quantitatives se sont mis à varier entre 3 et 125 mg/kg.

L'échantillon qui restait a donc été envoyé des bureaux de l'organisme donateur à un laboratoire pour poursuivre les analyses. L'analyse ponctuelle a alors donné des résultats qui variaient entre >30 et >50 mg/kg, et les analyses par titrage ont donné des résultats qui variaient entre 11 et >104 mg/kg.

Conclusion – Le sel était iodé sans la moindre uniformité durant le processus de fabrication.

Sous les tropiques, la Solution A (et A') est la moins stable en termes de réactifs, et elle devrait être préparée à neuf si jamais un échantillon que l'on sait être positif donnait des résultats négatifs. La croissance de moisissures dans ce mélange peut présenter des problèmes, et l'on peut ajouter du thiomersal comme agent de conservation (5 g pour 25 g d'amidon, pour obtenir une concentration finale de 0,1 % de thiomersal en solution).

Les autres solutions sont ordinairement utilisables tant qu'elles demeurent incolores.

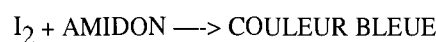
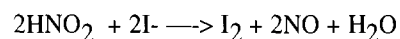
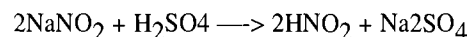
Tests ponctuels pour l'iode

Ce test détectera la présence d'iode dans le sel à des concentrations de 5 à 100 mg/kg. Mélanger 50 ml de solution A, dix gouttes (0,5 ml) de solution B et dix gouttes (0,5 ml) de solution C. S'il s'agit d'un test de terrain, les «gouttes» en question sont telles que lâchées par un compte-gouttes médicinal ordinaire, soit d'environ 0,05 ml chacune. Ce réactif est stable pendant deux ou trois jours dans les zones tempérées.

Placer une petite quantité de sel à tester dans une soucoupe, puis humecter avec deux gouttes de réactif. S'il y a iode, le sel passera immédiatement au bleu, et demeurera bleu pendant plusieurs minutes avant que la couleur ne s'estompe.

NOTE : Ce type de test ne permet pas de mesurer le degré relatif d'iodation étant donné qu'on obtient un bleu uniforme sur une grande partie de la gamme.

Mécanisme de réaction des tests ponctuels pour l'iode : de l'iode libre est relâché de l'iode du sel par oxydation avec une solution acide de nitrite de sodium. L'iode libre donnera à l'amidon une couleur bleu foncé.



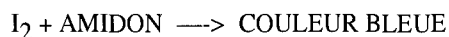
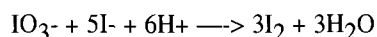
Tests ponctuels pour l'iodate

Ce test détectera la présence d'iodate dans le sel à des concentrations de 6 à 130 mg/kg. Mélanger 25 ml de solution A, 25 ml de solution D et 12 gouttes (0,6 ml) de solution E. Ce réactif est stable pendant deux ou trois jours dans les zones tempérées.

Placer une petite quantité de sel à tester dans une soucoupe, puis humecter avec deux gouttes de réactif. S'il y a iodate, le sel passera immédiatement au gris/bleu et conservera cette couleur pendant plusieurs minutes avant de passer au brun.

NOTE : On peut mesurer grosso modo le degré relatif d'iodation car ce test produira diverses teintes de gris-bleu étalées sur la gamme des concentrations en iodate.

Mécanisme de réaction des tests ponctuels pour l'iodate : l'iodate du sel, en présence d'ions d'hydrogène libres, oxyde l'iode ajouté et relâche l'iode libre; ce qui fait que l'amidon passe au bleu.



Coût des réactifs

Il en coûte environ 1 \$US pour préparer une série de solutions A – E. La série peut être conservée pour tester des échantillons pendant deux ou trois jours et le volume suffira pour environ 500 échantillons.

R É F É R E N C E S

1 Dustin JP, et Ecoffey JP. A field test for detecting iodine-enriched salt. Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé, 56(4):657-658, 1978.

2 Narasinga R, Ranganathan S. A simple field kit for testing iodine in salt. Food and Nutrition Bulletin, 7(4):70-72, 1985.

APPENDICE 10-1

TROUSSES COMMERCIALES DE TERRAIN POUR TESTER LE SEL IODÉ

On peut se procurer des troussees commerciales de terrain pour tests ponctuels, fabriquées par MBI Chemicals, de Madras (Inde), en passant par l'UNICEF :

Division des approvisionnements de l'UNICEF
UNICEF Plads, Freeport
DK-2100, Copenhagen, Danemark
Téléphone - (45) 3 527 3527
Télécopieur - (45) 3 526 9421

Pour passer des commandes :

Les troussees de terrain pour l'IODATE de potassium :

STOCK UNICEF No : 05-860-00
(NOTE : Pour la gamme 0-50 mg/kg)

STOCK UNICEF No : 05-860-01
(NOTE : Pour la gamme 0-100 mg/kg)

Trousse de terrain pour l'IODURE de potassium :

STOCK UNICEF No : 05-860-02

NOTES :

1. Il y a deux types de troussees selon la forme d'enrichissement : iodate ou iodure de potassium. Il faut préciser en passant la commande.
2. La trousse standard permet de vérifier la présence d'iode dans le sel (enrichi à l'iodate de potassium) sur une gamme de 0-50 mg/kg et elle est constituée de deux ampoules de solution (10 ml chaque, assez pour 40 à 50 tests), contenues dans une pochette de tissu avec une petite cuillère d'acier inoxydable et plaquette, palette de couleurs et instructions.
3. Pour les pays qui ont établi la ration d'iode dans le sel à 100 mg/kg, MBI offre une trousse différente. Les solutions révèlent un contraste de couleurs pour le contenu en iode jusqu'à 100 mg/kg.
4. Les solutions restent bonnes jusqu'à 18 mois pour l'ampoule scellée, et six mois après ouverture de l'ampoule.
5. Les ampoules de recharge (10) viennent dans des boîtes de carton avec palette de couleurs et manuel.
6. SEL ALCALIN : Certains sels sont alcalins du fait de la présence de carbonates ou d'agents antiagglomérants. Dans ces conditions, il arrive que la solution ne livre pas la couleur bleue qui révèle la présence de l'iode. Pour éviter ce problème, une solution de contre-vérification a été préparée. Lorsque l'on a des raisons de croire que le sel est alcalin, ou lorsque la solution normale ne produit pas le changement de couleur prévu, une goutte de la solution de contre-vérification peut être placée dans le sel avant d'ajouter une goutte de la solution normale. Si la solution de contre-vérification est utilisée sur un échantillon de sel non alcalin, la teneur correcte en iode sera quand même indiquée, à condition d'ajouter la solution normale. La solution de contre-vérification peut être obtenue avec la trousse lorsque l'acheteur signale ses besoins. Sur demande, il est possible d'obtenir deux ampoules de contre-vérification dans la boîte d'ampoules de recharge. Les ampoules de contre-vérification sont spécialement étiquetées et elles portent une capsule rouge.

7. COMMANDES EN GROS : Ordinairement, une boîte de dix ampoules (de 10 ml chaque) suffira pour un utilisateur pour toute une année (400 tests). Par conséquent, une boîte d'ampoules suffira pour chaque utilisateur. MBI offre également la solution en vrac dans des sacs d'un litre (assez pour remplir 10 boîtes, chacune avec ses ampoules). On peut commander un litre de solution de réserve pour chaque groupe de dix utilisateurs. Cela suffira pour recharger leurs ampoules. Au moment de recharger, il faut veiller à laver les ampoules avec de l'eau à double distillation bouillie afin que la solution ne soit pas contaminée par des résidus du stock précédent. On pourra passer la nouvelle commande en vrac à mesure que le stock s'épuise.

8. DÉTAILS SUR LES PRIX : Les prix suivants (en \$US) nous ont été communiqués en 1994. Prière de contacter l'UNICEF à Copenhague pour obtenir les prix courants.

Trousses standard	
Pochette : deux ampoules, plaquette et cuillère, palette de couleurs et instructions	1,80 \$US
Boîte de carton : 10 ampoules de recharge, palette de couleurs, manuel d'instructions	1,30 \$US
Boîte de plastique : deux ampoules de solution et une ampoule de solution de contre-vérification	0,40 \$US

9. DÉLAIS DE LIVRAISON : MBI signale qu'il faut prévoir un délai de livraison de quatre semaines après avoir passé la commande.

MÉTHODES DE TITRAGE POUR L'ANALYSE DE LA TENEUR EN IODE DU SEL

INTRODUCTION

Il y a un certain nombre de méthodes pour vérifier la teneur en iode du sel, des tests qualitatifs «ponctuels», utiles en situation de terrain (pour plus de détails, voir Chapitre 10 - Trousses d'analyse sommaire du sel), aux analyses plus quantitatives appliquées en laboratoire à des fins de validation, tel le titrage iodométrique.

L'information technique sur le titrage de l'iode dans le sel donnée dans ce chapitre sera utile à ceux qui souhaitent se constituer des laboratoires pour les contrôles du sel. Même si les méthodes de titrage de l'iode ne sont pas d'une très grande complexité, il s'agit quand même d'analyses chimiques quantitatives, et elles exigent par conséquent un certain degré de compétence analytique, ainsi que des fonds adéquats pour créer et maintenir un modeste laboratoire. En outre, l'analyste requerra une certaine expertise afin de tenir des registres d'assurance de la qualité pour la validation de la méthode et des résultats.

Pour les raisons ci-dessus, ces lignes directrices sur le titrage iodométrique du sel s'adressent principalement :

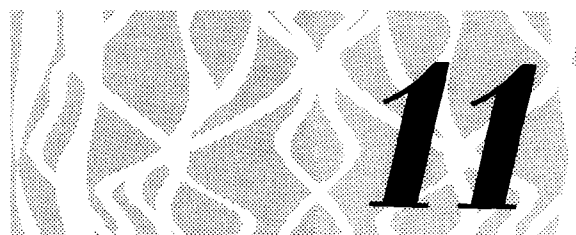
- aux moyens et grands producteurs (plus de 1 000 tonnes par an), dans le cadre du contrôle de la qualité dans leur usine;
- aux organismes d'État chargés de quantifier la teneur en iode du sel obtenu des producteurs, et peut-être d'autres sites - ménages, marchés, entrepôts et importateurs.

Les moyens techniques qu'exige l'analyse de l'iode par titrage risquent de limiter son utilisation pour certains, comme les petits producteurs ou les travailleurs de terrain qui ont aussi besoin de vérifier la teneur en iode du sel. Dans ces situations, il serait plus opportun d'utiliser des tests ponctuels semi-quantitatifs, ou qualitatifs, plus simples, décrits au Chapitre 10.

Il serait préférable d'avoir recours à une personne qui a l'expérience des techniques de laboratoire pour effectuer ces analyses et tenir des registres adéquats d'assurance de la qualité et qui pourrait être formée en moins d'une semaine. Des personnes avec moins d'expérience pourraient être prises en considération, mais leur formation prendra plus de temps, et la supervision normale de leur performance devra être plus intense.

Différentes méthodes d'analyse du sel doivent être utilisées selon la forme d'iode (iodate ou iodure) utilisée dans le procédé d'enrichissement. La méthode iodométrique pour l'iodate ne détectera pas l'iode dans un échantillon de sel enrichi à l'iodure de potassium, et vice-versa. Si la forme d'iode dans l'échantillon est inconnue, on peut avoir recours à une méthode simple de vérification sommaire (Chapitre 10).

Ci-dessous, nous donnons de l'information détaillée concernant l'analyse du sel enrichi à l'iodate de potas-



sium (KIO_3), ce qui est recommandé dans les pays en développement du fait de sa plus grande stabilité par rapport à l'iodure de potassium (KI). L'information couvre notamment la base chimique pour la méthode de titrage, la préparation et la stabilité du réactif, la procédure étape par étape et les précautions à prendre, et des détails sur les coûts.

La deuxième partie de ce chapitre contient des détails sur les méthodes du contrôle de la qualité nécessaires dans les laboratoires pour s'assurer que les données générées sont sûres. Il s'agit notamment des étapes requises pour la validation initiale de la méthode, avec des exemples concrets, et nous abordons aussi des questions plus générales sur la routine du contrôle de la qualité et de l'assurance de la qualité.

On trouvera également des appendices contenant de l'information sur les exigences en matière d'eau dans les laboratoires, une liste de tout l'équipement nécessaire, et des renseignements au sujet d'une autre méthode de titrage à utiliser lorsque l'on sait que le sel a été enrichi à l'iodure plutôt qu'à l'iodate de potassium.

MÉTHODE DE TITRAGE POUR ÉTABLIR LA TENEUR EN IODATE

Description de la réaction

La teneur en iode dans les échantillons est mesurée par titrage iodométrique, tel que décrit par DeMaeyer, Lowenstein et Thilly (1979). Le mécanisme de la réaction peut être considéré en deux étapes (voir Encadré 1) :

Réaction 1 : L'iode libre est relâché du sel

- L'addition de H_2SO_4 relâchera l'iode libre de l'iodate contenu dans l'échantillon.

- Un supplément de KI est ajouté pour aider à solubiliser l'iode libre, qui est parfaitement insoluble dans l'eau pure dans des conditions normales.

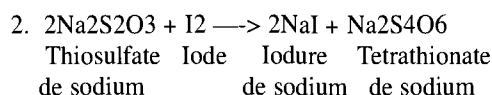
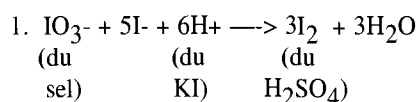
Réaction 2 : Titrage de l'iode libre avec du thiosulfate

- L'iode libre est consommé par le thiosulfate de sodium dans l'étape du titrage. La quantité de thiosulfate utilisée est proportionnelle à la quantité de l'iode libre relâché du sel.

• De l'amidon est ajouté en tant qu'indicateur externe (indirect) de cette réaction, et il réagit avec l'iode libre pour produire une couleur bleue. Lorsqu'on l'ajoute vers la fin du titrage (c.-à-d., lorsqu'il ne reste plus que des traces d'iode libre) la perte de la couleur bleue, ou point de fin de parcours, qui se produit lorsqu'on poursuit le titrage, indique que tout l'iode libre qui reste a été consommé par le thiosulfate.

Encadré 1 :

Étapes de la réaction dans le titrage iodométrique de l'iodate



PRÉPARATION DU RÉACTIF

Exigences en matière d'eau pour la préparation du réactif

Pour cette méthode, il faut utiliser de l'eau distillée et bouillie, ce qui nécessite un appareil de distillation. Plus simplement, on peut utiliser de l'eau de robinet ordinaire traitée avec un mélange de résine dé-ionisante, évitant ainsi l'achat d'un appareil coûteux de distillation. (Voir Appendice 11-2 pour plus de détails sur la préparation de cette eau.)

• **0,005 M de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) :** Dissoudre 1,24 g de Na₂S₂O₃·5H₂O dans 1000 mL d'eau. Conserver dans un lieu frais et à l'abri de la lumière. Ce volume suffira pour 100 à 200 échantillons, selon le contenu en iode de ceux-ci. La solution est stable pour au moins 1 mois, si elle est entreposée convenablement.

• **2N d'acide sulfurique (H₂SO₄) :** Ajouter lentement 6 mL de H₂SO₄ concentré à 90 mL d'eau. Ajouter de l'eau jusqu'à atteindre 100 mL. Ce volume suffira pour 100 échantillons. La solution est stable indéfiniment.

Note : Toujours ajouter l'acide à l'eau, jamais l'eau à l'acide, pour éviter qu'il se forme une chaleur excessive et aussi les éclaboussures. Touiller la solution tout en ajoutant l'acide.

• **Iodure de potassium (KI) à 10 % :** Dissoudre 100 g de KI dans 1 000 mL d'eau. Laisser dans un lieu frais à l'abri de la lumière. Ce volume suffira pour 200 échantillons. La solution convenablement entreposée est stable pendant six mois.

• Solution pour indicateur à l'amidon :

Confectionner une solution de 100 mL de NaCl saturé, en ajoutant du NaCl à environ 80 mL d'eau dans un gobelet, tout en touillant et(ou) chauffant, jusqu'à ce que les solides cessent de se dissoudre. Cette solution est stable pour au moins 1 an. Peser 1 g d'amidon soluble et le mettre dans un gobelet de 100 mL, ajouter 10 mL d'eau, chauffer pour dissoudre. Ajouter la solution de NaCl saturé à la solution réchauffée d'amidon pour compenser jusqu'à 100 mL. Conserver dans un lieu frais à l'abri de la lumière. Ce volume suffira pour 50 échantillons. La solution est stable pour une période allant jusqu'à un mois, et elle devrait être réchauffée (pas bouillie) chaque jour où on l'utilise pour rétablir la suspension de tous solides.

Figure 11-1 : Pesée d'un échantillon de sel



Étapes du procédé

Étape 1. Peser 10 g de l'échantillon de sel et placer dans un flacon Erlenmeyer doté d'un bouchon.

Étape 2. Ajouter environ 30 mL d'eau, agiter pour dissoudre l'échantillon de sel.

Étape 3. Ajouter de l'eau pour arriver à un volume de 50 mL max.

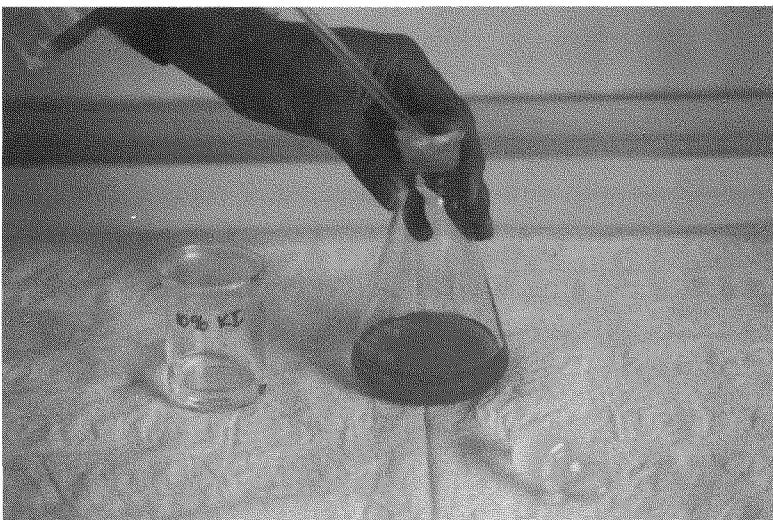
Étape 4 . Ajouter 1 mL de 2N H₂SO₄.

ATTENTION - Ne pas utiliser la bouche pour créer un vide dans la pipette.

Étape 5. Ajouter 5 mL de KI à 10 %. La solution devrait passer au jaune s'il y a de l'iode.

ATTENTION - Ne pas utiliser la bouche pour créer un vide dans la pipette.

Figure 11-2 : Addition d'une solution d'iodure de potassium à 10 %



Étape 6. Boucher le flacon et le mettre à l'abri de la lumière (armoire ou tiroir) pendant 10 minutes.

Étape 7. Rincer et remplir la burette avec 0,005 M de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, et ramener le niveau à zéro.

Figure 11-3 : Remplir la burette avec une solution de thiosulfate de sodium

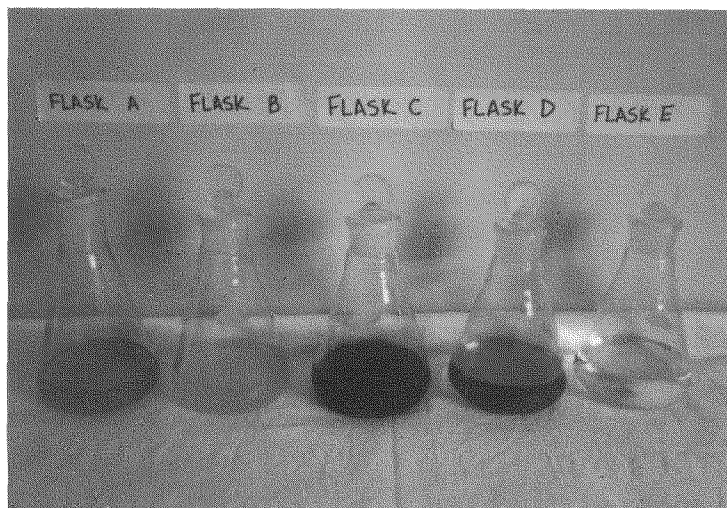


Étape 8. Retirer le flacon du tiroir, et ajouter un peu de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ de la burette de titrage jusqu'à ce que la solution passe au jaune pâle (flacon B dans la Figure 11.4).

Étape 9. Ajouter environ 2 mL de solution d'indicateur à l'amidon (la solution devrait passer au violet foncé) et poursuivre le titrage jusqu'à ce que la solution devienne rose, et finalement incolore. (La séquence des couleurs du titrage est illustrée dans les flacons C, D et E; Figure 11-4)

Figure 11-4 : Cette photo montre les différents changements de couleur que l'on observera durant le titrage.

Flacon A - après l'addition du KI (Étape 5);
Flacon B - juste avant d'ajouter l'amidon (Étape 8);
Flacon C - après avoir ajouté l'amidon (Étape 9);
Flacon D - juste avant le point final du titrage (Étape 9);
Flacon E - point final du titrage (Étape 9).



Étape 10. Inscrire le niveau du thiosulfate dans la burette et convertir en milligrammes au kilo (mg/kg) en utilisant la table de conversion à l'Appendice 11-3.

NOTE : La durée de l'analyse est d'environ 20 minutes par échantillon.

Précautions

- La mixture du réactif doit être conservée à l'abri de la lumière avant le titrage car il peut se produire une réaction secondaire lorsque la solution est exposée à la lumière qui provoque la transformation par oxydation en iode des ions d'iodure.
- Des résultats incorrects pourraient être obtenus si la solution d'amidon est utilisée alors qu'elle est encore tiède.
- Si l'on ajoute l'indicateur à l'amidon trop tôt, un complexe fort iode-amidon se forme, qui réagit lentement, et qui donne des résultats faussement élevés.
- La réaction doit être exécutée dans une pièce à température raisonnable ($<30^\circ\text{C}$), étant donné que l'iode est volatile et que la solution de l'indicateur perd de sa sensibilité lorsqu'elle est exposée à de fortes températures.

Encadré 2 :

Coûts d'un laboratoire de titrage de l'iode dans le sel

Note – On trouvera à l'Appendice 11-1 une liste complète des équipements de laboratoire et des réactifs.

L'équipement requis pour appliquer la méthode de titrage de l'iode dans le sel que nous décrivons ici entraînerait les coûts approximatifs suivants (basés sur les prix des compagnies scientifiques américaines) :

3 280 \$US

si l'on faut utiliser de l'eau distillée

2 005 \$US

si l'on utilise de l'eau de robinet traitée à la résine dé-ionisante

Pour obtenir suffisamment de réactif pour au moins 1 000 échantillons, cela coûterait : 330 \$US

L'IODE DANS LE SEL : MÉTHODE DE VALIDATION ET ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Il est d'une importance absolue que les résultats de l'analyse de l'iode dans le sel soient sûrs, exacts et obtenus dans les délais. Cela est particulièrement vrai si l'on doit utiliser les données des analyses pour l'évaluation et la surveillance d'un programme de lutte contre la déficience en iode.

La création d'un système de surveillance de l'iode dans le sel qui livre de l'information sur la qualité de l'enrichissement représente le «premier palier» de l'assurance de la qualité. Cependant, il faut également s'assurer que l'information obtenue du système de surveillance (résultats réels des analyses) est également de bonne qualité. On peut alors parler de «second palier» de l'assurance de la qualité.

Assurance de la qualité et contrôle de la qualité en laboratoire

En principe, l'«assurance» de la qualité adopte une approche plus vaste, et elle porte sur certains concepts de gestion et d'organisation qui influencent le fonctionnement du laboratoire tout entier. Les exigences minimales requises pour assurer la qualité de toutes les analyses font l'objet d'une discussion détaillée ci-dessous, et nous donnons également des exemples pratiques. À la Figure 11-5, on trouvera certains des éléments clés de l'assurance de la qualité en laboratoire pour l'analyse de l'iode dans le sel.

Figure 11-5

Éléments clés de l'assurance de la qualité totale en laboratoire pour l'analyse de l'iode dans le sel

- Consignation des échantillons de sel
- Vérifications des stocks de réactif
- Vérifications de l'équipement
- Validation de la méthode
 - Sensibilité, rectification, contre-vérifications
- Contrôle de la qualité interne
 - Établir le matériel de CQ
 - Tests de routine de CQ
 - Contrôle de la précision des tests
- Contrôle de la qualité externe
 - Établir un réseau de laboratoires
 - Mettre en lien les labos de l'industrie et ceux de l'État

VALIDATION

Durant la phase initiale de lancement des méthodes de titrage pour l’analyse de l’iode dans le sel, il faudra exhaustivement valider les quatre caractéristiques de performance suivantes : précision, sensibilité, rectification, et comparaison (contre-vérifications). Chacune de ces caractéristiques est brièvement décrite ci-dessous.

Précision

Calculer le coefficient de variation en pourcentage (CV %) pour l’analyse répétée du même échantillon (au moins dix estimations distinctes). Si possible, il faudrait faire ce calcul sur un certain nombre d’échantillons différents qui couvrent toute une gamme de concentrations en iode (25, 50 et 100 mg/kg). Avec de la bonne technique et une méthodologie sûre, la précision du CV devrait inférieure à 15 %.

Suit maintenant un exemple concret :

TITRAGE DE L'IODE DANS LE SEL (mg/kg)			
NUMÉRO D'ÉCHANTILLON			
RÉSULTAT No	#1	#2	#3
1	18	48	75
2	20	52	68
3	19	50	73
4	16	47	67
5	22	55	70
6	17	48	72
7	21	43	75
8	23	51	66
9	19	55	72
10	20	49	78
MOYENNE	19,5	49,8	71,6
ÉCART TYPE	2,17	3,68	3,86
% CV*	11,1	7,4	5,4
* % cv = $\frac{\text{Écart type}}{\text{moyenne}}$			

Sensibilité

Établir une estimation du niveau d’iode le plus faible que l’on peut raisonnablement détecter par la méthode d’analyse utilisée (c.-à-d., sa sensibilité opérationnelle). L’exemple du critère que l’on pourrait utiliser pour faire ce calcul serait le point auquel la concentration moyenne (mg/kg) de l’iode du sel des échantillons livre systématiquement des résultats avec un CV supérieur à 20 %.

Rectification

Une rectification initiale en pourcentage devrait être faite pour s’assurer que le système d’analyse est capable de détecter tout l’iode présent. À cette fin, on analysera une série de solutions de sel auxquelles on aura ajouté des concentrations connues d’iode. Suit maintenant un exemple concret :

IODE (mg/kg)			
AJOUTÉ	OBSERVÉ	MESURÉ*	% RECTIFICATION**
NÉANT	15		
20	32	17	85
40	53	38	95
60	77	62	103
MOYENNE			94*
* MESURÉ = valeur OBSERVÉE et rectifiée en fonction de la FORME DE DÉPART (c.-à-d., valeur obtenue SANS adjonction d’iode)			
** % Rectification = (mg/kg MESURÉS / mg/kg AJOUTÉS) * 100 %			

En règle générale, la moyenne de rectification, tenant compte du degré prévu d’imprécision des analyses, devrait se situer à entre 85 et 115 pour cent.

Comparaison et contre-vérifications

Si possible, on doit comparer l’échantillon initial avec d’autres comme moyen d’évaluation du degré de dérive de la méthode. Cette comparaison se fera soit avec un laboratoire utilisant la même méthode, soit avec des techniques différentes, ex. corrélation entre méthode de titrage et méthode spectrophotométrique.

NOTE : Le PAMM (Programme de lutte contre la malnutrition en micronutriments) offre un service aux laboratoires qui souhaitent faire des comparaisons de vérification sur des échantillons de validation initiale. Pour plus de renseignements, prière de communiquer avec :

PAMM Laboratory
Centers for Disease Control
Mailstop F20
4770 Buford Highway Ne
Atlanta, Ga, 30341-3724, USA
Téléphone : 1 404 488 4088
Télécopieur : 1 404 488 4609

LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ PERMANENT

Une fois que la méthode de laboratoire a été validée (comme ci-dessus), il faut établir et maintenir des données permanentes de contrôle de la qualité (CQ), aussi bien interne (ou laboratoire maison) qu'externe (inter-laboratoires), tel que décrit ci-dessous.

Contrôle de la qualité interne (laboratoire maison)

On obtiendra d'un laboratoire un ou plusieurs échantillons de sel iodé (résultats positifs connus) que l'on conservera en quantité suffisante pour analyse chaque fois que l'on procédera au titrage d'échantillons inconnus (ex. quotidien ou hebdomadaire). En procédant à des analyses multiples avec ces échantillons de sel positifs, on pourra établir une gamme de concentrations que l'on utilisera à des fins opérationnelles du contrôle de la qualité. Viennent ensuite une description et un exemple concret de la façon de calculer et de définir une gamme de valeurs ainsi qu'un graphique du contrôle de la qualité.

Établir et interpréter une gamme de valeurs pour le contrôle de la qualité :

De multiples analyses de l'iode effectuées sur un échantillon de sel dont on connaît la valeur positive devront être faites jusqu'à ce que l'on obtienne environ 15 à 20 résultats de titrage. Pour définir une gamme de valeurs de contrôle, il est préférable que ces résultats soient obtenus sur une certaine période de temps (ex. trois à quatre analyses par jour), plutôt que d'un seul coup (ex. vingt analyses en un seul jour), du fait que cela donnera une estimation plus réaliste des vrais écarts analytiques qui se manifestent d'un jour à l'autre.

Une fois que l'on a obtenu un nombre suffisant de résultats, on utilise une calculatrice de poche ou des formules statistiques standard pour calculer la concentration moyenne des échantillons (\bar{X}) en mg/kg, ainsi que l'écart type (ET). Un intervalle de confiance à 95 % peut ensuite être déduit et utilisé comme fourchette opérationnelle de valeurs de contrôle :

Moyenne d'échantillons (\bar{X}) \pm 2 x ET

Le $\bar{X} - 2(ET)$ = la limite inférieure de confiance (I), et $\bar{X} + 2(ET)$ = la limite supérieure de confiance (S). La fourchette opérationnelle des valeurs de contrôle est (I, S).

Sauf sérieuses erreurs techniques ou de performance durant ces analyses initiales, la fourchette ci-dessus devrait refléter assez fidèlement la variation normale à laquelle on peut s'attendre lorsque l'on utilise cette méthode sur une période de temps. Par conséquent, toute analyse future du même échantillon devra produire un résultat se situant entre les limites inférieure et supérieure (c.-à-d., la fourchette I - S), pour 95 % des résultats d'analyse. Les valeurs qui ne sortent pas de cette fourchette sont jugées «dans le contrôle». Seulement 5 % des valeurs d'analyses subséquentes portant sur cet échantillon-là tomberaient en dehors de la fourchette établie, à condition que la méthode (et le technicien) opère normalement. Les résultats qui tombent en dehors de ladite fourchette sont considérés potentiellement suspects et par conséquent classés comme étant «hors contrôle».

Exemple : Un échantillon connu de sel iodé a été analysé par titrage vingt fois. Pour les 20 valeurs obtenues comme résultats, la moyenne de l'échantillon était de 32 mg/kg, et l'écart type était de 2,5. La fourchette opérationnelle de contrôle (FOC) pour cet exemple peut être établie ainsi :

$$\begin{aligned} \text{FOC} &= 32 \pm 2(2,5) \\ &= 32 \pm 5 \\ &= (27, 37) \end{aligned}$$

Par conséquent, la limite inférieure de contrôle est établie à 27 mg/kg, la limite supérieure à 37 mg/kg, et la fourchette de contrôle est de 27 à 37 mg/kg. Les résultats d'analyses subséquentes qui tombent entre 27 et 37 mg/kg peuvent être considérés «dans le contrôle», alors que tous résultats inférieurs à 27 ou supérieurs à 37 mg/kg sont «hors contrôle».

Graphiques de contrôle de la qualité

Une fois que la fourchette opérationnelle de contrôle ci-dessus a été établie, il faut avoir recours à des graphiques et à des règles standard de contrôle de la qualité pour interpréter ces valeurs de contrôle, décider de l'acceptabilité des résultats d'analyse, et conserver le tout comme un dossier permanent pour vérifier tous les résultats d'échantillon inconnus.

Le graphique de contrôle de la qualité est préparé comme ci-dessous :

- Utiliser du papier graphique linéaire régulier pour préparer ces tracés.
- Entrer l'échelle de concentration (en mg/kg) de l'iode dans le sel pour le contrôle de l'axe-Y. Veiller à ce que la fourchette de concentration tracée sur cet axe s'étende d'un point qui est moindre que la valeur inférieure (<I), jusqu'au-delà de la limite supérieure (>S). Pour l'exemple donné ci-dessus, qui a une fourchette de 27 à 37 mg/kg, l'axe-Y pourrait être gradué de 20 à 40 mg/kg.
- Trouver la valeur moyenne de concentration de l'échantillon sur l'échelle de l'axe-Y, et tracer une ligne horizontale continue d'un bout à l'autre du graphique à ce niveau. Pour cet exemple, il se situerait à 32 mg/kg.
- Trouver la valeur inférieure de concentration (I) sur l'échelle de l'axe-Y, et tracer une ligne horizontale continue d'un bout à l'autre du graphique à ce niveau-là. Dans cet exemple, il se situerait à 27 mg/kg.
- Trouver la limite supérieure de concentration (S) sur l'échelle de l'axe-Y et tracer une ligne horizontale continue d'un bout à l'autre du graphique à ce niveau-là. Dans cet exemple, il se situerait à 37 mg/kg.
- L'axe-Y sera utilisé pour tracer le temps, c.-à-d. la date à laquelle l'échantillon de contrôle est analysé.

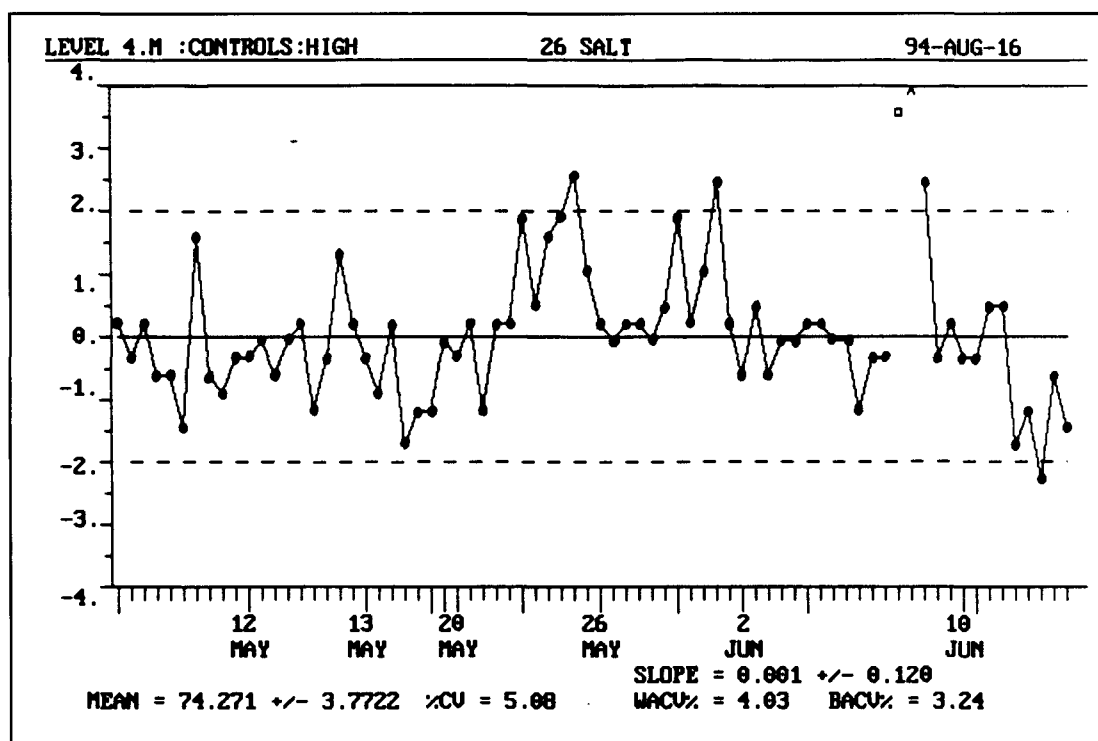
Une fois préparé, ce graphique est utilisé pour tracer la date précise de l'analyse et la concentration d'iode dans le sel obtenue pour le contrôle chaque fois qu'il est analysé. Si le point de contrôle obtenu se situe entre les deux lignes, alors l'analyse est jugée

«dans le contrôle», et tous les résultats sont acceptés. Toutes valeurs de contrôle qui sont tracées en dehors des deux limites doivent être considérées comme «hors contrôle», et les résultats de tout échantillon de sel correspondant inconnus, analysé au même moment, doivent également être rejetés comme étant inacceptables du fait d'une possibilité d'erreur dans la méthode.

Lorsqu'une valeur hors contrôle est obtenue, des mesures doivent être prises pour identifier la raison possible de ce phénomène (ex. réactif périmé, procédure incorrecte, ou confusion dans le type de réactif utilisé), et corriger le problème. Une fois qu'il est résolu, et que les valeurs de contrôle sont retournées à la normale, répéter l'analyse des échantillons de sel inconnus que l'on avait d'abord rejetés afin d'obtenir des résultats acceptables.

La Figure 11-6 donne un exemple réel d'un graphique typique de contrôle de la qualité de l'iode dans le sel pour un contrôle avec une moyenne de concentration de 74 mg/kg, un écart type de 3,8 et une fourchette opérationnelle de 66,4 à 81,6 mg/kg. (Note : Le logiciel utilisé pour générer ce graphique trace l'axe-Y en unités d'écart type, plutôt qu'en unités de mg/kg, mais cela ne modifiera en rien l'aspect global du graphique.) Comme on peut voir, de tels graphiques sont très utiles pour identifier tous problèmes qui se produisent dans le système d'analyse et il permet de prendre des mesures correctives. Dans la Figure 11-6, les valeurs extrêmement élevées au-dessus de la limite supérieure (appelées valeurs détachées ou «excen- triques») étaient attribuables à une détérioration de la solution de thiosulfate de sodium provoquant des résultats d'analyse faussement élevés.

Figure 11-6 : Exemple de graphique de CQ pour l'analyse de l'iode dans le sel



MOYENNE = 74,271 +/- 3,7722 % CV = 5,08

PENTE = 0,001 +/- 0,120

WACV% = 4,03

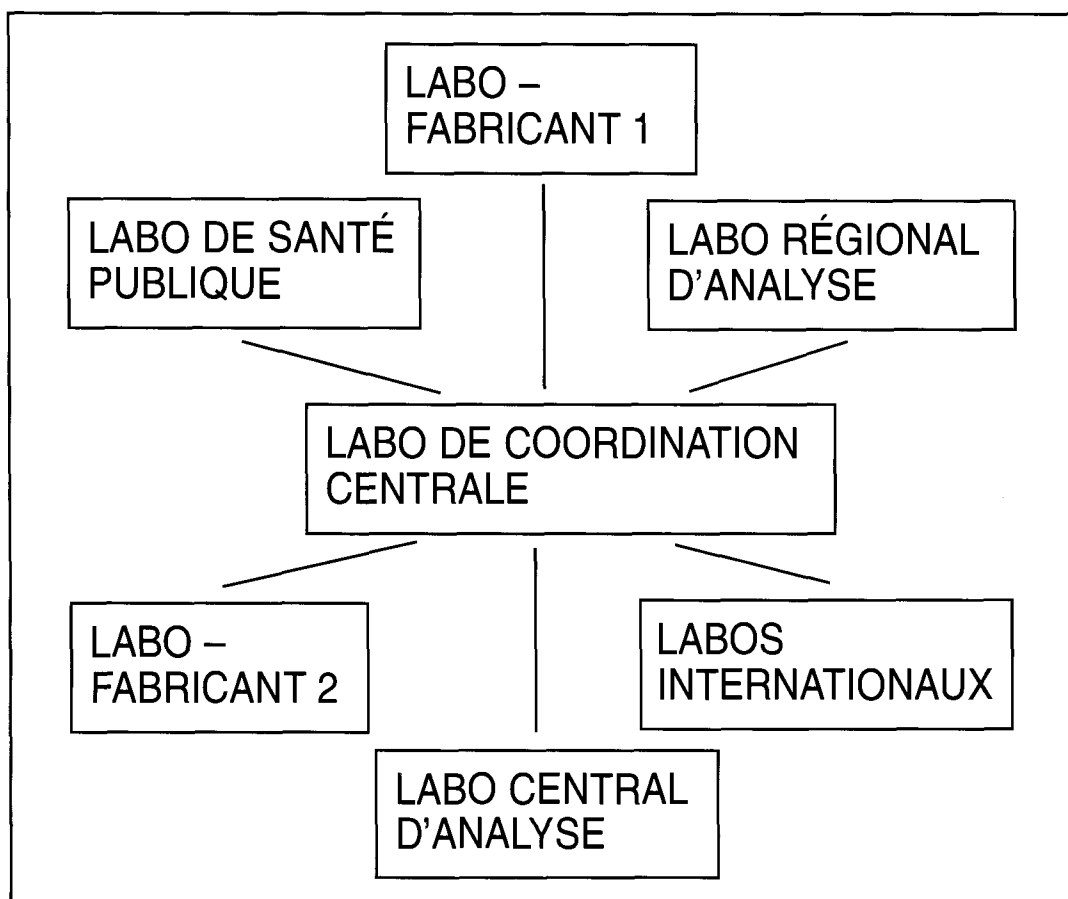
BACV% = 3,24

Contrôle de la qualité externe ou inter-laboratoires

La contre-vérification externe des échantillons représente la meilleure façon pour chaque laboratoire d'évaluer sa propre performance par comparaison avec d'autres laboratoires, et de détecter des dérives ou des inexactitudes potentielles dans la méthode. Ce type d'échange inter-laboratoires doit être perçu comme complémentaire au CQ interne, pas comme un substitut! Chaque laboratoire d'analyse de l'iode dans le sel (gouvernemental ou de l'industrie) doit être encouragé à former (ou à participer avec d'autres pour former) un réseau pour des échanges continus d'échantillons de sel (voir Figure 11-7).

Ces comparaisons «externes» doivent se produire à intervalles réguliers (deux à trois fois par an). Chaque fois que des participants au programme de CQ reçoivent des échantillons de sel pour analyse, les résultats devraient être renvoyés au coordonnateur du programme de CQ selon une échéance précise, pour être regroupés, examinés, et signalés à chaque participant le plus tôt possible. La rétroaction doit montrer comment les résultats de chaque laboratoire se comparent à ceux de tous les autres participants au même programme. Cependant, il importe absolument que les résultats soient présentés de façon anonyme. Cela peut se faire facilement par l'attribution à chaque laboratoire d'un code spécial connu uniquement du coordonnateur et du laboratoire lui-même.

Figure 11-7 : Réseau de CQ externe d'analyse de l'iode dans le sel

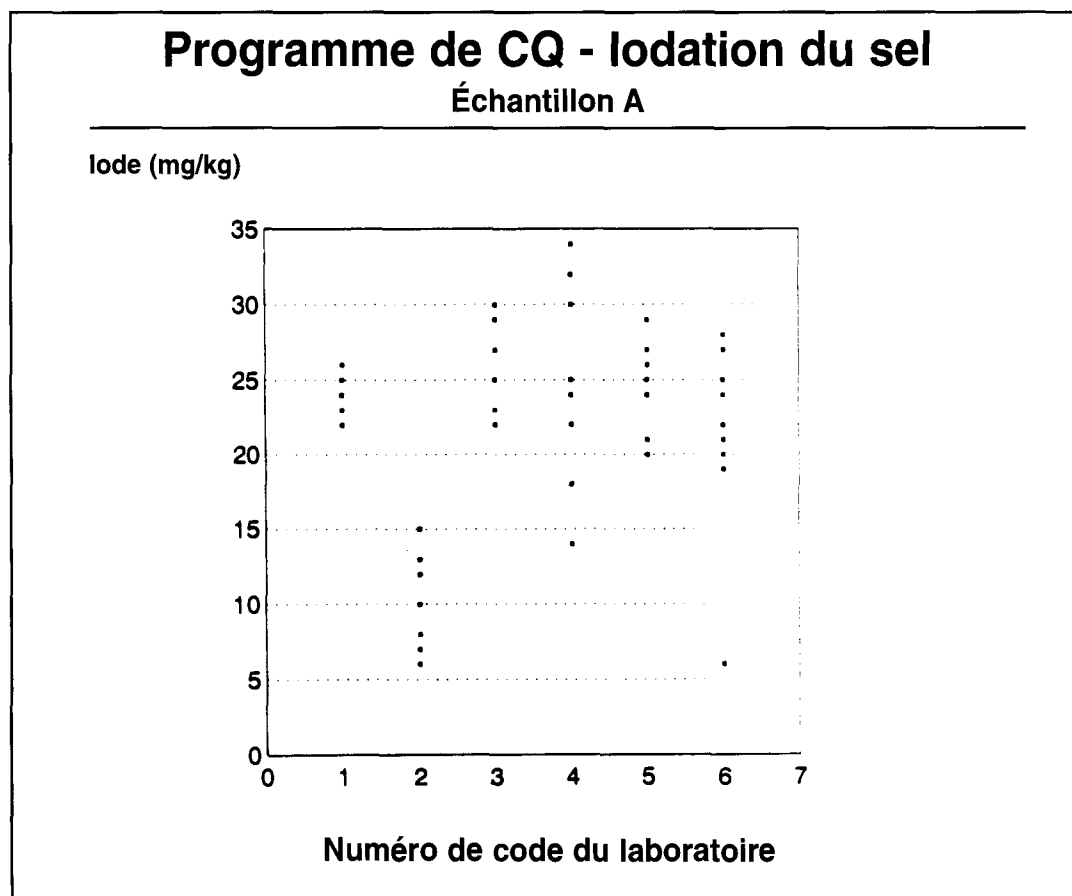


La présentation graphique est le meilleur moyen de soumettre les résultats (voir Figure 11-8). Dans cet exemple, on peut voir la valeur des comparaisons externes. Bien que la plupart des laboratoires aient livré des résultats analogues (20 à 30 mg/kg), le Laboratoire 2 a régulièrement signalé des valeurs plus faibles, alors que le Laboratoire 4 affichait une plus grande imprécision comparée aux autres laboratoires. À noter également que le Laboratoire 6 avait des résultats généralement satisfaisants, sauf pour une seule valeur excentrique évidente.

Une autre approche consisterait à faire en sorte que tous les laboratoires participants envoient des échantillons de sel en même temps que leurs résultats à un laboratoire de coordination centrale pour analyse et comparaison. Cependant, cette approche accroîtra la charge de travail du laboratoire de coordination.

La coordination du programme de CQ externe est probablement optimisée lorsqu'on la confie à un organisme indépendant (ex., le gouvernement), et il faut déployer tous les efforts nécessaires pour encourager la participation volontaire de tous les laboratoires d'analyse du sel, surtout ceux de l'industrie et des producteurs. Un bon moyen de motivation consisterait à accorder des récompenses ou certificats à tous les participants réguliers au programme.

Figure 11-8 : Exemple de graphique de CQ externe portant sur les analyses de l'iode dans le sel



AUTRES ÉLÉMENTS DE L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Consignation des échantillons de sel

Chaque laboratoire doit obtenir un registre où seront consignés à l'encre les détails relatifs aux échantillons, notamment :

- Date/heure du prélèvement
- Date/heure de réception
- Détails précis sur l'échantillon (# de code, marque, lot, date d'expiration)
- Date d'analyse
- Technicien qui a effectué l'analyse
- Résultat d'analyse
- Signature du superviseur
- Date de signalement des résultats

À la fin du chapitre, nous donnons un spécimen de registre pour la consignation des résultats d'analyse des échantillons de sel, dont on pourrait s'inspirer, ou à utiliser comme formule «maîtresse».

Détails sur les stocks de réactifs

Le superviseur du laboratoire devrait veiller à ce que tous les détails pertinents concernant les substances chimiques d'analyse soient consignés :

- Marque de la substance, quantité, catégorie et numéro de lot
- Date de commande et de réception
- Date de préparation de chaque réactif «de travail», et le nom de la personne qui l'a préparé
- Donner à chaque réactif de travail un numéro de lot interne.

Nous donnons à la fin du chapitre un spécimen de formules pour la tenue des stocks de réactifs dont on pourra s'inspirer et que l'on pourra adapter comme formule «maîtresse».

Calibrage des instruments

Les détails exacts dépendent du type de méthode d'analyse utilisée, mais il faudra faire le calibrage selon un calendrier précis (ex., calibrer la balance tous les mois). Pour chaque calibrage, tenir un registre où seront consignés les détails suivants :

- Instrument testé
- Date du calibrage
- Calibré par qui?
- Résultats (réussite/échec, lecture précise).

R É F É R E N C E S

1. De Maeyer EM, Lowenstein FW, Thilly CH. "The control of endemic goitre". Organisation mondiale de la santé, Genève, 1979.

REGISTRE DE CONSIGNATION DES RÉSULTATS D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS DE SEL

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON**	DATE DU PRÉLÈVEMENT	DATE DE RÉCEPTION	DATE D'ANALYSE	TECHNICIEN	RÉSULTATS (mg/kg)	SIGNATURE DU SUPERVISEUR*

ETC.

** Identification de l'échantillon = Numéro de code, marque, lot, date d'expiration, etc.

FORMULE DE TENUE DES STOCKS DES RÉACTIFS – IODATION DU SEL

SUBSTANCE CHIMIQUE : _____

*DATE DE LA COMMANDE	DATE DE RÉCEPTION	MARQUE, QUANTITÉ	NUMÉRO DU LOT	DATE DE PRÉPARATION DU RÉACTIF DE TRA-	VAIL TECHNICIEN	No DE LOT DE LA SOLUTION DE

ETC.

APPENDICE 11-1

Équipement et réactifs requis pour établir un laboratoire d'analyse de l'iode dans le sel

Plusieurs des articles dans cette liste d'équipement et de réactifs peuvent être achetés par l'intermédiaire de la Division des approvisionnements de l'UNICEF à Copenhague, ou de diverses compagnies de fournitures scientifiques.

QUANTITÉ	CODE UNICEF	QUANTITÉ	CODE UNICEF
1 Balance, plateau à quatre secteurs Sensibilité = 0,01 g Capacité = 410 g (ex., Fisher Scientific Cat. No. 02-020-411)**		NOTE : Si l'on utilise de l'eau distillée, il faut se procurer l'équipement suivant :	
		1 Appareil à eau distillée, 4L/jour, électrique 220V	01 676 00
		1 Plaque chauffante 220V	20 004 02
1 Série de poids pour l'article ci-dessus (ex., Fisher Scientific Cat. No. 02-314)		1 Assortiment - tige pour touiller et verres de silex	09 686 00
		OU	
4 Flacon volumétrique de 1 000 mL (ex., Fisher Scientific Cat. No. 10-210G)		NOTE : Si l'on utilise de l'eau de robinet traitée à la résine dé-ionisante (voir Appendice 11-2), l'équipement suivant remplacera les 3 articles listés ci-dessus :	
2 Flacon volumétrique de 100 mL (ex., Fisher Scientific Cat. No. 10-119-10D)		2 Flacons Erlenmeyer de 4L (ex., Fisher Scientific Cat. No. 10-040P)	
2 Cylindre à mesurer de 10 mL (ex., Fisher Scientific Cat. No. 08-552-4H)		1 Papier filtre Whatman, 15 cm de diamètre (ex., Fisher Scientific Cat. No. 09-805G)	
12 Cylindre à mesurer avec bouchon, 100 mL	09 374 30	1 Bombonne de polyéthylène de 4L pour l'entreposage de l'eau (ex., Fisher Scientific Cat. No. 02-963AA)	
12 Flacons à bec, en pyrex Flacons Erlenmeyer (coniques) avec bouchon, 250 mL (ex., Fisher Scientific Cat. No. 10-098E)	09 160 00	1 kg de mélange de résine dé-ionisante	
4 Pipettes volumétriques de 1 mL	09 676 00	1,5mEq/mL, 300-1180_, taille de la maille 20-50 (ex., Fisher Scientific Cat. No. 31038, 0,1 pied cube - cela devrait suffire pour donner un approvisionnement adéquat en eau pour au moins un an).	
4 Pipettes volumétriques de 5 mL	09 679 05		
4 Burettes avec robinet d'arrêt droit de 10 mL	09 239 00	1 Plaque chauffante/agitateur, 220V (ex., Fisher Scientific Cat. No. 11-501-7SH)	
4 Porte-burettes	09 767 00	3 Barreaux d'agitateur magnétiques (ex., Fisher Scientific Cat. No. 14-511-70)	
2 Verres sécuritaires de laboratoire (ex., Fisher Scientific Cat. No. 17-286-1C)		RÉACTIFS REQUIS	
1 Pellicule Parafilm pour couvrir les flacons (ex., Fisher Scientific Cat. No. 13-374-12)		Thiosulfate de sodium (pentahydrate), ANALAR, 500g (ex., Fisher Scientific Cat. No. S445-500) (Assez pour 50 000 échantillons)	
12 Bouteilles de verre avec bouchons, pour les réactifs, 250 mL	09 194 50	Acide sulfurique concentré, 2,5L (ex., Fisher Scientific Cat. No. A298-212) (Assez pour 40 000 échantillons)	
4 Entonnoir de labo, ordinaire, diam. 65 mm	09 450 00	Iodure de potassium, 500 g	
4 Verre de montre, diam. 75 mm	09 888 00	Chlorure de sodium, 3 kg (ex., Fisher Scientific Cat. No. S271-3) (Assez pour 3 000 échantillons)	
6 Spatules de labo à lame unique de 150 mm «SS»	09 699 10	Amidon soluble, 500 g (ex., Fisher Scientific Cat. No. S516-500) (Assez pour 25 000 échantillons)	
4 Bouteilles à compte-gouttes, verre 25-60 mL	09 190 00		
1 Appareil à dessiccation Scheibler ordinaire, 150x150 mm	09 374 60		

** Fisher Scientific, 50 Fadem Road, Springfield, NJ, 07081, USA Télécopieur : 201-379-7415, À L'ATTENTION DE : Jackie Dubeau

APPENDICE 11-2

UTILISATION DE L'EAU DE ROBINET TRAITÉE À LA RÉSINE DÉ-IONISANTE COMME SOLUTION DE RECHARGE À L'EAU DISTILLÉE

La résine requise (selon l'Appendice 11-1) est une couche de résine mélangée, contenant des grains échangeurs de cations et d'anions. La dé-ionisation se produit par l'échange de cations avec l'hydrogène, et d'anions avec l'hydroxyle dans la résine. De cette façon, toutes les «espèces» ioniques sont éliminées de l'eau.

ex., Résine-H + Résine-OH + NaCl \longrightarrow Résine-Na + Résine-Cl + H₂O

La résine contient un colorant (ex. pourpre) irréversiblement lié à la résine échangeuse d'anions, qui passe du pourpre au doré lorsque la capacité d'échange est épuisée.

Pour dé-ioniser l'eau à utiliser en laboratoire, suivre les étapes suivantes :

Étape 1. Ajouter la résine à un flacon conique, couvrant la base avec environ 1,5 cm de résine. On utilise ordinairement un flacon de 2 à 5 L; plus le flacon est grand, plus il faut de résine.

Étape 2. Remplir le flacon d'eau de robinet de bonne qualité (on peut également utiliser de l'eau distillée si elle est disponible) et mélanger dans l'agitateur mécanique pendant une à trois heures. L'autre option est de laisser tout simplement l'eau dans le flacon avec la résine pendant une période plus longue (24 heures), en agitant occasionnellement et en permettant à la résine de se déposer.

Étape 3. Décanner l'eau de la résine, en s'assurant de ne pas laisser la résine sécher. **TOUJOURS LAISSER AU MOINS 1 CM D'EAU SUR LA RÉSINE.** Si on permet à la résine de sécher, il faut s'en débarrasser, étant donné que la capacité d'échange d'ions risque d'être considérablement réduite.

Étape 4. Pour s'assurer qu'on a complètement éliminé les particules de résine qui flotteraient à la surface, simplement faire passer l'eau traitée à la résine à travers un filtre de papier de catégorie de laboratoire standard.

Les couches de résines mixtes ne sont pas normalement régénérées après épuisement à cause de la difficulté qu'il y a à séparer les deux éléments de la résine, et à remélanger convenablement. Cependant, si l'on souhaite régénérer la résine après le changement de couleur, il faut séparer les grains de résine échangeur d'anions et de cations. Agiter la résine dans de l'eau qui représente le double de son volume, laisser se

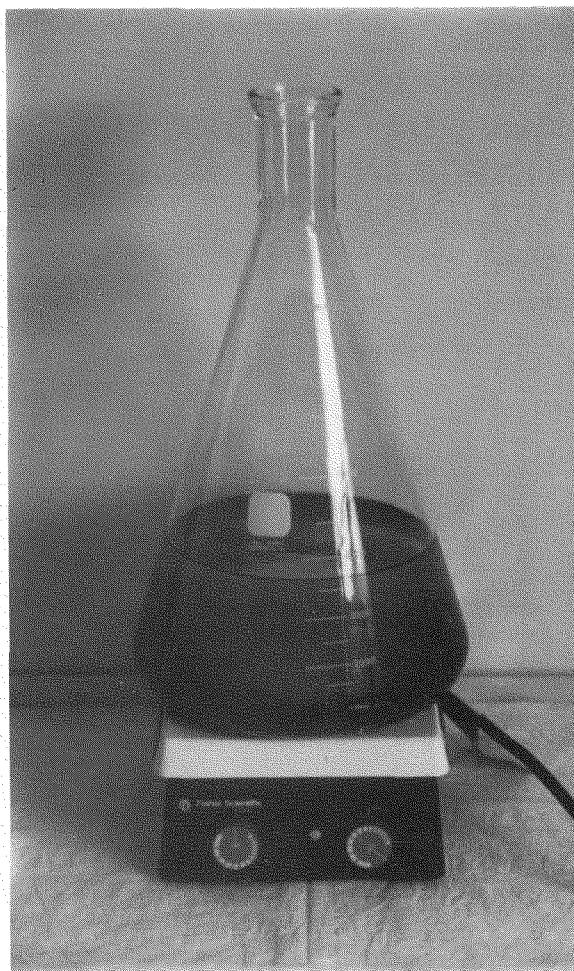


Figure 11-9 Procédure de mélange de la résine

déposer, et décanner la couche supérieure qui contient l'échangeur d'anions moins denses. Répéter l'opération jusqu'à ce que la séparation soit complète.

Pour régénérer l'échangeur de cations, il faut utiliser trois fois le volume de 3N HCl et rincer avec quatre fois le volume d'eau dé-ionisée. Veiller à ce que le pH soit inférieur à 5. Pour régénérer l'échangeur d'anions, utiliser au moins dix fois le volume de 3N NaOH et rincer avec de l'eau dé-ionisée jusqu'à ce que le pH soit inférieur à 9. Mélanger les résines comme il faut en agitant avec une tige.

La couche de résine mixte a une durée de vie de deux ans à la température de la pièce. Cette durée de vie utile peut être prolongée si on la conserve dans le réfrigérateur.

APPENDICE 11-3

**TABLE DE CONVERSION :
TENEUR EN IODE EN MILLIGRAMMES
AU KILO**

LECTURE BURETTE	MILLIGRAMMES AU KILO(mg/kg)	LECTURE BURETTE	MILLIGRAMMES AU KILO (mg/kg)
0,0	0,0	5,0	52,9
0,1	1,1	5,1	54,0
0,2	2,1	5,2	55,0
0,3	3,2	5,3	56,1
0,4	4,2	5,4	57,1
0,5	5,3	5,5	58,2
0,6	6,3	5,6	59,2
0,7	7,4	5,7	60,3
0,8	8,5	5,8	61,4
0,9	9,5	5,9	62,4
1,0	10,6	6,0	63,5
1,1	11,6	6,1	64,5
1,2	12,7	6,2	65,6
1,3	13,8	6,3	66,7
1,4	14,8	6,4	67,7
1,5	15,9	6,5	68,8
1,6	16,9	6,6	69,8
1,7	18,0	6,7	70,9
1,8	19,0	6,8	71,9
1,9	20,1	6,9	73,0
2,0	21,2	7,0	74,1
2,1	22,2	7,1	75,1
2,2	23,3	7,2	76,2
2,3	24,3	7,3	77,2
2,4	25,4	7,4	78,3
2,5	26,5	7,5	79,4
2,6	27,5	7,6	80,4
2,7	28,6	7,7	81,5
2,8	29,6	7,8	82,5
2,9	30,7	7,9	83,6
3,0	31,7	8,0	84,6
3,1	32,8	8,1	85,7
3,2	33,9	8,2	86,8
3,3	34,9	8,3	87,8
3,4	36,0	8,4	88,9
3,5	37,0	8,5	89,9
3,6	38,1	8,6	91,0
3,7	39,1	8,7	92,0
3,8	40,2	8,8	93,1
3,9	41,3	8,9	94,2
4,0	42,3	9,0	95,2
4,1	43,4	9,1	96,3
4,2	44,4	9,2	97,3
4,3	45,5	9,3	98,4
4,4	46,6	9,4	99,5
4,5	47,6	9,5	100,5
4,6	48,7	9,6	101,6
4,7	49,7	9,7	102,6
4,8	50,8	9,8	103,7
4,9	51,9	9,9	104,7

APPENDICE 11-4

AUTRES OPTIONS DE TITRAGE POUR L'ANALYSE DE LA TENEUR EN IODE

Description de la réaction

Bien que l'utilisation de l'iodure de potassium (KI) ne soit pas courante dans bien des pays en développement pour l'enrichissement du sel, nous offrons quand même ici quelques détails élémentaires sur une méthode de titrage (De Maeyer EM, Lowenstein FW, Thilly CH, 1979) qui convient à l'analyse du sel iodé.

Le mécanisme de réaction pour ce titrage iodométrique est comme suit :

Réaction 1: L'iodure de potassium est dissout du sel.

Réaction 2 : L'eau bromique oxyde les ions d'iode et les transforme en ions libres. Du sulfite de sodium et du phénol sont ajoutés pour détruire l'excès d'eau bromique afin qu'il n'y ait plus d'oxydation de I- avant d'ajouter la solution KI.

Réaction 3 : La réaction de titrage avec le thiosulfate est la même que celle décrite précédemment pour la méthode avec l'iodate.

Encadré 3

Étapes de la réaction pour le titrage iodométrique de l'iode

1. $KI \longrightarrow K^+ + I^-$
2. $Br_2 + 2I^- \longrightarrow 2Br^- + I_2$
3. $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

PRÉPARATION DU RÉACTIF

La préparation de l'eau est la même que pour les procédures décrites dans la section sur la «Méthode de titrage pour la teneur en iodate», à la page 86.

1. *Méthylorange* – Dissoudre 0,01 g de méthylorange dans 100 mL d'eau.
2. *Acide sulfurique 2 N* – Ajouter 5,56 mL de H₂SO₄ concentré à 90 mL d'eau, compenser avec de l'eau pour obtenir 100 mL.
3. *Eau bromique* – Placer 5 mL dans un petit flacon (conserver sous une hotte à cause des émanations dangereuses)
4. *Solution de sulfite de sodium* – Dissoudre 1 g de sulfite de sodium dans 100 mL d'eau
5. *Solution de phénol* – Dissoudre 5 g de phénol dans 100 mL d'eau
6. *Solution d'iodure de potassium* – Dissoudre 10 g d'iodure de potassium dans 100 mL d'eau
7. *Solution de thiosulfate de sodium (0,005N)* – Dissoudre 0,124 g de thiosulfate de sodium (pentahydrate) dans 100 mL d'eau
8. *Solution d'amidon* – Dissoudre 1 g d'amidon soluble dans 100 mL d'eau, et réchauffer

(Tout ce qui précède doit être conservé dans des flacons fermés avec bouchon et entreposés à l'abri de la lumière)

Procédure

Étape 1. Dans un flacon Erlenmeyer de 250 mL, placer 10 g de l'échantillon de sel et ajouter 50 mL d'eau. Agiter pour dissoudre.

Étape 2. Ajouter 6 gouttes de méthylorange (la solution vire à l'orange pâle). Ajouter 2N H₂SO₄ à la goutte (1 goutte ou jusqu'à ce qu'il y ait virage au rose). Cela a pour objet de neutraliser le mélange de réaction.

Étape 3. Ajouter 0,5 mL d'eau bromique (la solution vire au jaune).

Étape 4. Ajouter la solution de sulfite de sodium, à la goutte, jusqu'à ce que la solution vire au jaune pâle. Laver les parois du flacon avec de l'eau.

Étape 5. Ajouter 3 gouttes de solution de phénol (la solution devient claire).

Étape 6. Ajouter 1 mL de 2N H₂SO₄.

Étape 7. Ajouter 5 mL de solution d'iodure de potassium (vire au jaune).

Étape 8. Ajouter la solution de thiosulfate de sodium à partir de la burette de titrage jusqu'à ce que la solution vire au jaune pâle. Ajouter 1 mL de solution d'amidon - virage au pourpre foncé. Poursuivre le titrage jusqu'à ce que la solution devienne incolore.

Étape 9. Relever la lecture de la burette et convertir en mg/kg en consultant la table à l'Appendice 11-3.

Précautions - Prière de tenir compte des précautions énumérées dans la description antérieure de la méthode relative à l'iodate.

